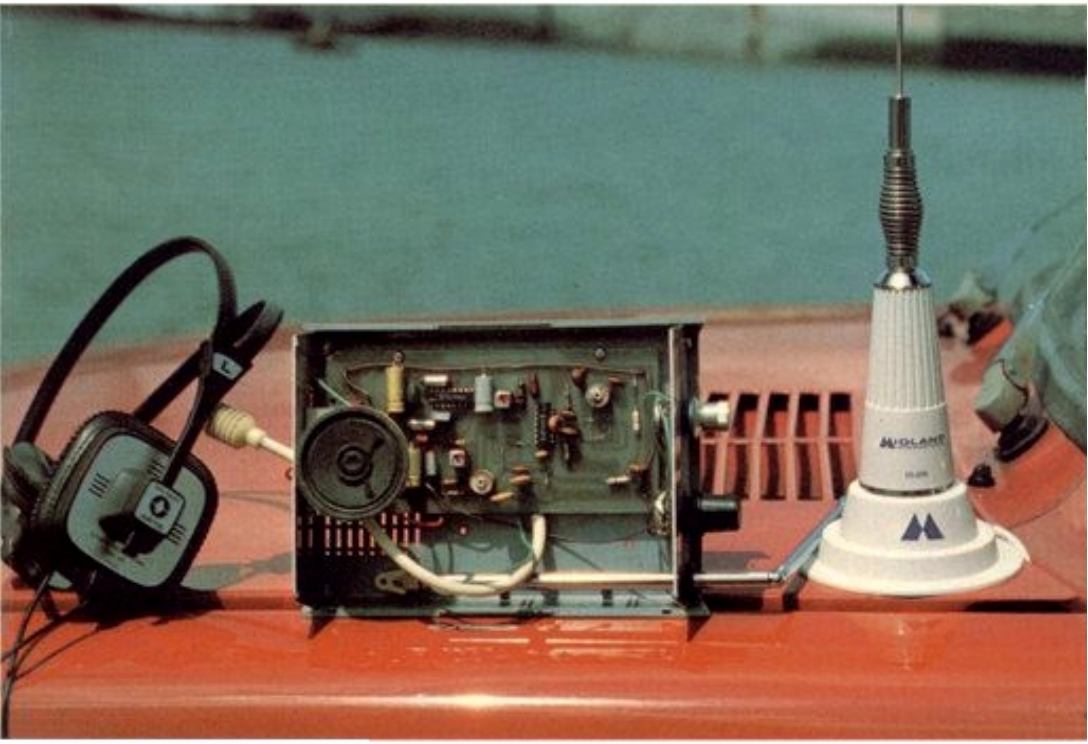
ETSF

P. GUEULLE

Réalisez VOS RÉCEPTEURS EN CIRCUITS INTÉGRÉS



Editions Techniques et Scientifiques Françaises

RÉALISEZ
VOS RÉCEPTEURS
EN CIRCUITS INTÉGRÉS

OUVRAGES DU MEME AUTEUR :

- **Interphone, téléphone, montages périphériques.**
- **Pilotez votre ZX-81**

Dans la collection Technique Poche :

N° 17 – Réalisez vos circuits imprimés et décors de panneaux.

N° 27 – Réduisez votre consommation d'électricité.

N° 29 – Montages économiseurs d'essence.

N° 32 – Antennes pour CiBistes.

N° 34 – Détecteurs de trésors.

En langue allemande :

- **Energiesparen (Franzis Verlag, München).**

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite » (alinéa 1er de l'Art. 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les Art. 425 et suivants du Code Pénal ».

ISBN 2-85535-018-2

© 1983 - E.T.S.F.

Patrick GUEULLE

Ingénieur EFREI

●

REALISEZ VOS RECEPTEURS EN CIRCUITS INTEGRES

(2e édition, revue et corrigée)

●

Diffusion :

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

2 à 12, rue de Bellevue, 75940 PARIS CEDEX 19

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1 : Les circuits intégrés en réception radio. 9

I Généralités sur la réception radio 9
II Généralités sur les circuits intégrés spécifiques 12
III Les bobinages imprimés..... 14
IV Présentation des principaux circuits intégrés utilisés 21

Chapitre 2 : Récepteurs « radiodiffusion » : montages pratiques. 45

I Généralités..... 45
II Récepteurs FM..... 47
— tête VHF à bobinages imprimés et système de préréglage..... 47
— tête VHF à bobinages classiques..... 52
— platine FI à bobinage 55
— platine FI à filtre céramique..... 58
— platine FI avec varicaps et CAF..... 60
— tuner FM compact 67

III Récepteurs AM..... 71
— récepteur AM 1 gamme 71
— récepteur AM 3 gammes 76

Chapitre 3 : Récepteurs « télécommunications » : montages pratiques. 81

Généralités 81
Récepteur 144 MHz et bande marine 82
Récepteur bande aviation 87
Récepteur 80 MHz..... 91
Récepteur 27 MHz..... 93
Convertisseur universel 98

Chapitre 4 : Montages pratiques complémentaires..... 103

I Montages d'alimentation..... 104
— alimentation 13,8 V 1,8 A..... 104
— convertisseur 28 V..... 107

II Montages BF..... 111
— amplis BF de 1 à 15 W..... 111
— correcteur graves/aiguës..... 116

III Montages de décodage..... 122
— décodeur stéréo..... 122
— décodeur BLU et CW..... 126

IV Montages d'accord..... 128
— claviers à effleurement..... 128
— synthèse de tension..... 135
— fréquencemètre digital de réception..... 143

V Montages divers..... 151
— préampli d'antenne..... 151
— générateur d'alignement..... 155

Avant-propos

Il est assez paradoxal de constater que la construction de récepteurs radio est surtout pratiquée par des amateurs dont les connaissances techniques se situent à des niveaux diamétralement opposés : d'une part les « grands débutants », voire les jeunes enfants, auxquels on propose de réaliser des récepteurs ultrasimples directement issus du poste à galène du bon vieux temps, et d'autre part les radioamateurs chevronnés qui ne parviennent pas à trouver dans les réalisations industrielles les particularités qu'ils exigent d'une station digne de ce nom.

Entre ces deux extrêmes se trouvent une grande quantité, peut-être même une majorité d'amateurs qui reculent devant la construction d'équipements radio, lesquels souffrent d'une tenace réputation de complexité.

Or, s'il est exact que la réalisation de récepteurs tant soit peu élaborés est restée très longtemps tout le contraire d'un jeu d'enfant, il faut savoir que les nécessités de la production industrielle en grande série ont poussé les fabricants de composants à mettre au point des circuits intégrés peu coûteux et très courants qui, judicieusement combinés, permettent de réaliser toute une gamme d'excellents récepteurs aussi simplement que n'importe quel amplificateur basse fréquence.

Cet ouvrage n'a pas d'autre but que de répandre auprès du plus large éventail d'électroniciens amateurs, tous les éléments de cette nouvelle façon de concevoir la construction des récepteurs de radio...

Note pour la 2e édition

L'expérience accumulée du fait de la construction de plusieurs milliers de récepteurs identiques à ceux décrits dans la première édition de cet ouvrage permet de signaler à nos lecteurs que, suite à d'inévitables dispersions dans les valeurs des composants disponibles dans le commerce, il peut s'avérer parfois nécessaire, en cas de non-fonctionnement de certains des récepteurs VHF décrits au chapitre 3, de réduire jusqu'à concurrence de 15 pF la valeur du condensateur placé entre les broches 10 et 12 du SO 42 P.

CHAPITRE 1

LES CIRCUITS INTEGRES EN RECEPTION RADIO

I. Généralités sur la réception radio

Les fonctions d'un récepteur de radio, quel qu'en soit le type, peuvent se résumer comme suit :

— Isoler parmi la multitude de signaux captés par l'antenne celui correspondant à la station que l'on désire recevoir.

— Amplifier ce signal à un niveau permettant à un circuit de démodulation d'en extraire l'information utile.

— Reconstituer l'information utile (généralement un signal basse fréquence).

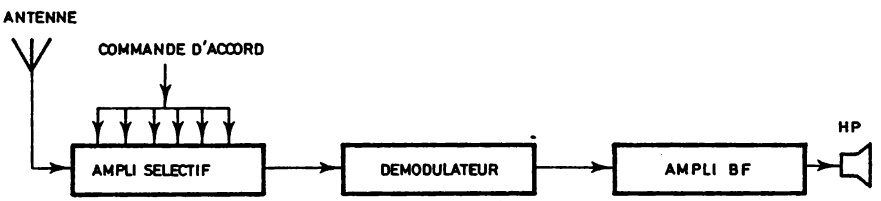


Fig. 1-1. — Principe d'un récepteur à amplification directe.

On pourrait donc réaliser un récepteur selon le schéma synoptique de la **figure 1-1** où un amplificateur sélectif à grand gain est intercalé entre l'antenne et le démodulateur, ce dernier attaquant l'amplificateur basse fréquence. Cette configuration connue sous le nom d'« amplification directe » permet de construire des récepteurs de bonne qualité mais n'est que très peu répandue à cause de deux graves inconvénients :

● Sauf dans le cas d'un récepteur réglé une fois pour toutes sur une seule station, il est nécessaire de faire agir la commande d'accord sur chacun des

étages. Or, pour obtenir une séparation correcte des différents émetteurs (on parle de **sélectivité**), il n'est pas rare d'avoir besoin de 6 ou 7 circuits accordés en cascade. Les problèmes pratiques que pose la réalisation d'un tel récepteur (surtout si plusieurs gammes d'ondes doivent pouvoir être commutées) se révèlent rédhibitoires.

● Dans le cas d'un récepteur devant travailler à des fréquences élevées (en FM notamment), tout l'appareil doit être prévu pour fonctionner à ces fréquences, d'où l'emploi de circuits complexes et coûteux en grand nombre.

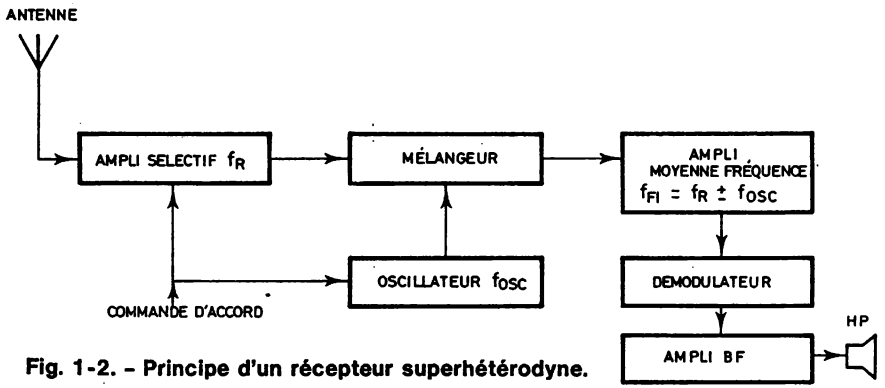


Fig. 1-2. - Principe d'un récepteur superhétérodyne.

C'est pour ces raisons que l'on utilise presque exclusivement de nos jours la configuration **superhétérodyne**, dont la **figure 1-2** permet de comprendre le principe : le signal d'antenne subit une première amplification, encore insuffisamment sélective, avant d'être appliqué à un mélangeur qui reçoit par ailleurs, un signal provenant d'un oscillateur. En sortie du mélangeur apparaissent deux signaux dont les fréquences sont respectivement :

$$f_R + f_{OSC} \text{ et } f_R - f_{OSC}$$

En effet, tout mélange de deux fréquences produit ce que l'on appelle les « composantes somme et différence », encore nommées « produits de battement ».

Sous réserve d'un jumelage correct des commandes d'accord de l'ampli d'entrée et de l'oscillateur, il est facile d'obtenir que l'une de ces deux composantes conserve une fréquence constante quelle que soit la station reçue. L'essentiel de l'amplification sélective peut donc être confié à un amplificateur comportant autant d'étages accordés que nécessaire, réglés une fois pour toutes sur cette fréquence fixe que l'on appelle moyenne fréquence (MF) ou fréquence intermédiaire (FI)

Deux valeurs courantes pour cette fréquence sont 455 kHz et 10,7 MHz. On trouve facilement dans le commerce des éléments sélectifs construits spécialement pour ces fréquences, ce qui simplifie beaucoup la réalisation des amplificateurs et des démodulateurs.

Notons qu'il existe des récepteurs à « double changement de fréquence » dans lesquels un second mélangeur-oscillateur est monté entre deux amplis FI de fréquences différentes. Ces récepteurs sont plus complexes mais atteignent des niveaux de performances très élevés.

La conception d'un amplificateur FI est différente selon qu'il doit traiter des signaux modulés en amplitude ou en fréquence. Ces différences sont de plusieurs ordres, ce qui rend souhaitable d'étudier deux schémas distincts plutôt que de bâtir à force de compromis un montage mixte et somme toutes peu performant :

● Les amplificateurs FI pour la réception AM présentent presque toujours une bande passante étroite (typiquement ± 4,5 kHz) et doivent transmettre les variations rapides d'amplitude constituant l'information utile tout en nivelant les variations lentes dues aux phénomènes normaux de propagation des ondes. Ils sont donc munis de circuits de commande automatique de gain (CAG) à action retardée.

● Les amplificateurs FI pour la réception FM peuvent également être à bande étroite lorsqu'ils sont utilisés en réception radiotéléphonique. Par contre, en réception de radiodiffusion, surtout en stéréophonie, ils doivent laisser passer une plage de fréquence large de plusieurs dizaines de kilohertz.

Par ailleurs, les variations d'amplitude, même rapides (parasites) ne doivent pas être transmises au démodulateur, ce qui explique que les amplis FI pour réception FM soient conçus de façon à travailler en **limiteurs**. Cela signifie qu'au-delà d'un certain niveau d'entrée, généralement assez faible, le niveau de sortie cesse d'augmenter. Ce type de fonctionnement explique qu'en FM, les parasites de réception soient pratiquement inexistants, sauf en cas d'écoute de stations faibles ou lointaines, inférieures au seuil de limitation.

Les circuits de démodulation sont également très différents d'un type de réception à l'autre : en AM, un simple redresseur à diode et condensateur est souvent utilisé. Des performances très supérieures, notamment au point de vue de la distorsion, peuvent cependant être obtenues au moyen de circuits plus complexes. Nous verrons plus loin que l'utilisation de circuits intégrés permet de lever cette apparente difficulté. En FM, le démodulateur consiste en un convertisseur fréquence-tension. Le classique discriminateur ou détecteur de rapport des débuts de la FM cède de plus en plus la place à des circuits plus complexes mais plus performants dont l'emploi se trouve également favorisé par l'existence de circuits intégrés spécialement conçus à cet effet.

II. Généralités sur les circuits intégrés spécifiques

Toute personne ayant en la curiosité de décalotter le boîtier d'un transistor a pu constater que la partie active de ce composant n'est qu'un petit carré d'à peine 1 mm de côté, soudé à l'intérieur d'un boîtier considérablement plus encombrant et, cela va sans dire, plus coûteux. Or, cette minuscule pastille est encore des centaines de fois plus grande que la surface strictement nécessaire à la réalisation, par des procédés modernes, d'un transistor élémentaire. Si l'on ajoute que ces mêmes procédés permettent de fabriquer en même temps des diodes, des résistances et, dans certaines limites, des condensateurs, on peut facilement imaginer que la petite pastille de 1 mm^2 est en mesure d'accepter tous les éléments d'un circuit électronique complet, par exemple un amplificateur basse fréquence. Si ce circuit doit rejoindre le milieu extérieur par de nombreuses connexions, il peut facilement être monté dans un boîtier à grand nombre de broches, ce qui donne le circuit intégré bien connu. Le point important est que la fabrication d'un circuit intégré de moyenne complexité revient à peine plus cher que celle d'un bon transistor et que, dans ce prix, une part prépondérante concerne le boîtier. En fait, à condition d'utiliser un boîtier standard (généralement à 14 ou 16 broches), le fait d'ajouter quelques dizaines de transistors dans le schéma d'un circuit intégré n'augmente son prix que de quelques centimes. Témoins les circuits intégrés équipant les petites calculatrices vendues quelques dizaines de francs, et qui contiennent **des milliers** de transistors.

Tout ceci implique une véritable révolution dans la conception des équipements électroniques, et en particulier des récepteurs de radio : au lieu de rechercher des schémas utilisant aussi peu de composants que possible, on met presque exclusivement l'accent sur le degré de performances et la simplicité de mise en œuvre, notamment au niveau des réglages. On voit réapparaître triomphalement des schémas très ingénieux qui avaient été relégués aux archives voilà une trentaine d'années parce que leur réalisation pratique exigeait une armoire entière de circuits à tubes. Aujourd'hui, ces montages tiennent sans problème dans un boîtier à 14 broches pesant à peine plus d'un gramme et coûtant une dizaine de francs 1980...

Autre « bête noire » des amateurs de constructions radio des années passées : les bobinages des circuits accordés et les condensateurs variables qu'il fallait leur associer. Ces derniers peuvent de nos jours être remplacés chaque fois que nécessaire par des diodes à capacité variable qui, pour les types les plus récents, permettent d'obtenir des performances égales pour un encombrement et un prix de revient sans commune mesure. De plus, leur utilisation ouvre la porte à des techniques très évoluées en matière de commande d'accord, comme la synthèse de fréquence ou le préréglage de stations par mémoire digitale et synthèse de tension, sujets que nous traiterons en détail en fin d'ouvrage.

En ce qui concerne les bobinages, ceux de la partie FI peuvent être réduits à un strict minimum, voire même supprimés grâce à l'utilisation de **filtres céramique**, composants courants et peu coûteux qui, insérés dans les circuits d'amplification et de démodulation, leur confèrent une sélectivité digne des meilleurs filtres à bobinages, et ce, **sans aucun réglage** puisque ces éléments sont, tout comme les quartz, taillés en usine sur des fréquences très précises.

Les bobinages de la partie HF (étage d'entrée et oscillateur) ne posent pas de problème majeur de réalisation lorsque l'étude du circuit a été menée de façon à éviter toute complication inutile ou toute ambiguïté quant au sens des enroulements par exemple. Enfin, en VHF (FM, télécommunications, etc.), la technique des **bobinages imprimés**, que nous allons développer ici, permet de reporter au niveau de la photogravure du circuit imprimé toutes les contraintes de réalisation précise des enroulements.

Ces questions de photogravure peuvent sans inconvénient être abordées par nos lecteurs, qui pourront se reporter utilement à notre ouvrage « Réalisez vos circuits imprimés et décors de panneaux » paru sous le n° 17 dans la collection « Technique Poche ».

III. La technique des bobinages imprimés

Si, parmi les trois types fondamentaux d'éléments passifs « RLC », il est courant de faire appel aux composants normalisés du commerce en ce qui concerne les résistances et condensateurs, il en va rarement de même au niveau des selfs.

En effet, s'il existe bien des séries normalisées de bobines marquées, la grande diversité des modèles envisageables oblige le plus souvent à prévoir une fabrication particulière, selon la fréquence de travail, la puissance mise en jeu, la configuration des prises intermédiaires ou enroulements supplémentaires de couplage, etc. Ceci se traduit par un coût important aux niveaux étude et fabrication de série.

La technique des bobinages imprimés permet, dans un assez large domaine de fréquences, une simplification considérable au niveau de la réalisation, au prix d'un travail d'étude aussi simple, nous allons le voir dans ces pages, que dans le cas d'un bobinage à fil.

Les principes de base de la technique des bobinages imprimés

Dans un bobinage cylindrique classique, toutes les spires d'une même couche présentent le même diamètre et sont empilées les unes sur les autres. La self ainsi réalisée présente donc une certaine épaisseur.

Le bobinage imprimé du type le plus répandu (spirale carrée) présente pour sa part une épaisseur quasi nulle, puisque limitée aux 35 microns de la couche de cuivre de la carte imprimée. Il s'apparente donc plutôt à la configuration « fond de panier ».

La **formule de Bryan**, qui permet de lier les caractéristiques géométriques et électriques d'une spirale carrée, a été obtenue à partir d'un passage à la limite opéré sur la formule de Nagaoka dans laquelle l'épaisseur du bobinage tend vers zéro.

La formule de Bryan est donc une relation empirique puisque dérivée d'une formule elle-même empirique. Ceci implique que les résultats qui seront obtenus par son intermédiaire ne seront qu'approchés. En pratique, la précision obtenue est de l'ordre de quelques %, ce qui est tout à fait compatible avec les tolérances habituelles sur les composants RC.

Les **figures 1-3 et 1-4** donnent les notations utilisées dans la formule de Bryan (dimensions en millimètres) :

Δ : côté intérieur de la spire centrale ;
D : côté extérieur de la spire périphérique ;
d : largeur de la piste imprimée ;
e : écartement entre deux spires contiguës ;
N : nombre de spires par enroulement.

La **figure 1** se rapporte au cas simple d'une self unique, pouvant éventuellement comporter des prises intermédiaires. Le nombre de spires d'une telle bobine vaut :

$$N = \frac{D - \Delta}{2\,(d + e)}$$

Dans l'hypothèse d'un circuit imprimé double face, un enroulement de couplage peut être disposé sur la face opposée. Ses caractéristiques seront identiques ou différentes, mais dans les deux cas, le coefficient de couplage pourra varier en fonction du décalage entre les axes des deux spirales. Lorsque les deux axes coïncident exactement, on peut compter sur un coefficient de couplage :

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1\,L_2}}$$

voisin de 90 % avec un Q de 100.

L'artifice de la **figure 1-4** permet, dans le cas d'un circuit imprimé simple face, de réaliser facilement un enroulement de couplage. Il se trouve alors imbriqué avec l'autre bobinage, dont le nombre de spires tombe bien sûr à :

$$N = \frac{D - \Delta}{4\,(d + e)}$$

Cette configuration permet également dans le cas de selfs de valeur assez faible, de simplifier le traçage, l'écartement entre spires, en l'absence d'enroulement imbriqué, passant de e à e + d.

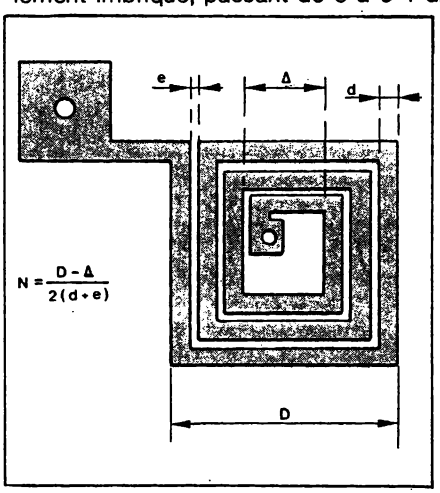


Fig. 1-3.

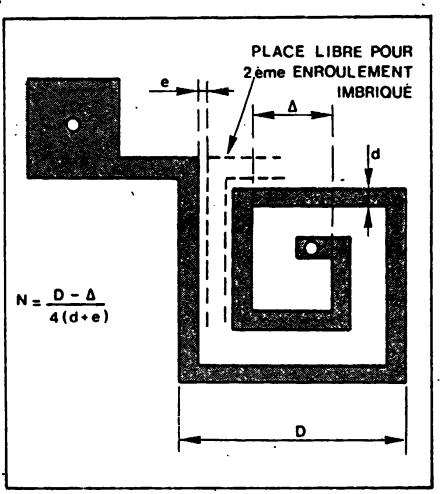


Fig. 1-4.

La formule de Bryan et sa mise en œuvre

La formule de Bryan s'applique indifféremment aux cas des **figures 1-3** et **1-4** à condition d'employer l'expression appropriée des nombres de spires. La relation s'écrit :

$$L = 1{,}41\ (D + \Delta)\ N^{5/3}\ \log 4\ .\ \frac{D + \Delta}{D - \Delta}$$

où L apparaît en nanohenrys.

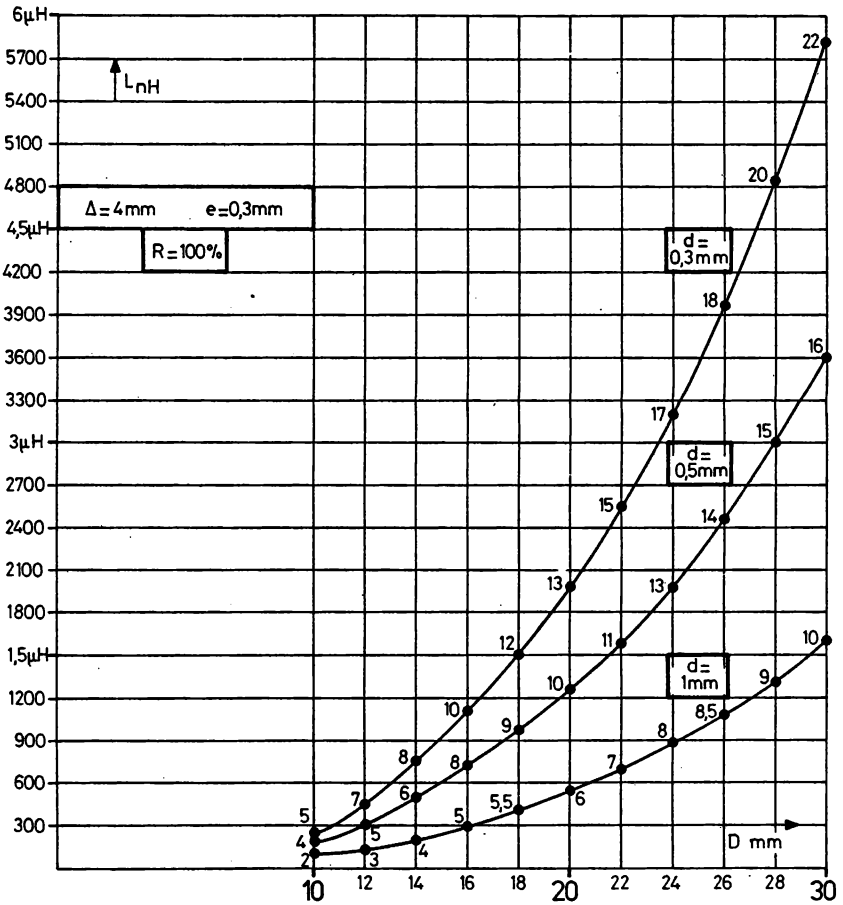


Fig. 1-5.

N.B. – Les chiffres placés en regard des points caractéristiques

Si cette formule permet, à l'aide de n'importe quelle calculatrice « scientifique », de déterminer l'inductance d'une bobine existante, elle ne s'avère pas d'un grand secours, sous cette forme, pour élaborer le dessin correspondant à une valeur désirée.

Dans ces conditions, nous avons tabulé de nombreuses valeurs des différents paramètres géométriques ainsi que les inductances correspondantes. Ce travail se traduit par les courbes des **figures 1-5, 1-6 et 1-7.**

La **figure 1-5** se rapporte à la configuration représentée **figure 1-3.**

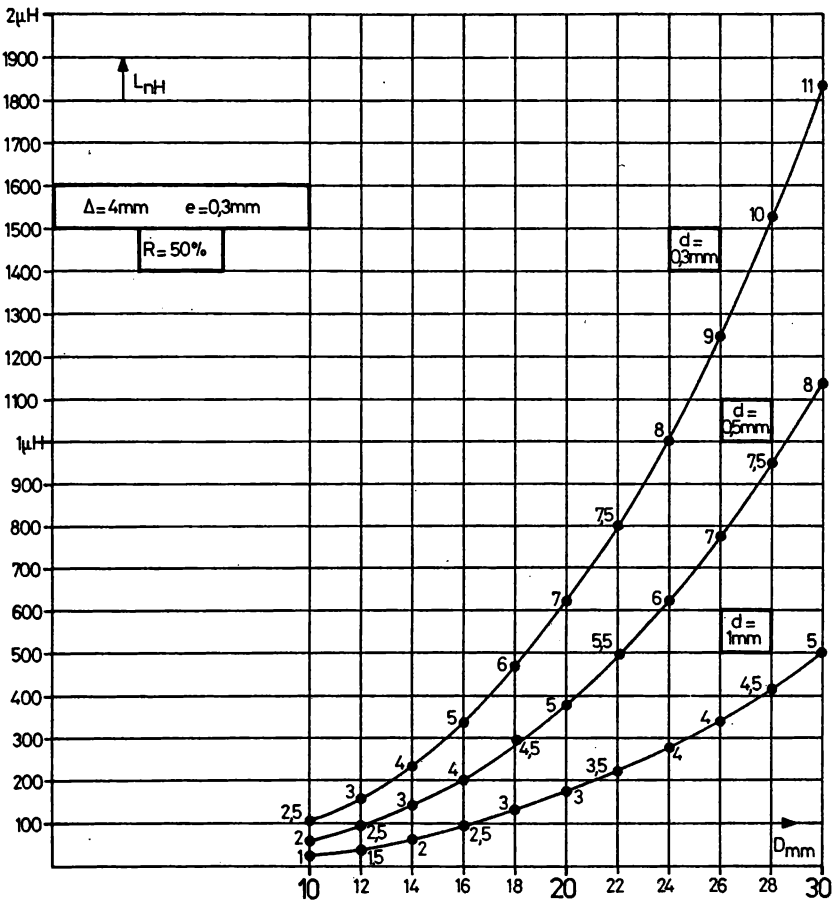


Fig. 1-6.

des courbes correspondent aux NOMBRES DE SPIRES obtenus.

L'écartement entre spires a été fixé à e = 0,3 mm, valeur normalement réalisable sans grande difficulté dès lors que des moyens photographiques sont mis en œuvre. En cas d'impossibilité, on se retournera vers la solution de la **figure 1-4** (écartement large), correspondant aux courbes de la **figure 1-6.**

Sur les **figures 1-5 et 1-6,** les largeurs de piste prévues sont d = 0,3 ; 0,5 et 1 mm, ce qui se révèle à l'usage amplement suffisant.

L'encombrement extérieur D a été tabulé entre 10 et 30 mm, ce qui, associé aux différentes largeurs de piste, permet à peu près n'importe quelle combinaison en fonction de la place disponible, des moyens de gravure utilisés et... de la valeur de L devant être obtenue.

On notera que les courbes sont cotées en nombre de spires N afin de simplifier au maximum la détermination de l'emplacement d'éventuelles prises intermédiaires.

La **figure 1-7** enfin, montre l'influence sur les valeurs précédemment obtenues d'une réduction de Δ, jusqu'à présent fixé à 4 mm. Ceci peut rendre service dans le domaine supérieur des VHF où de très faibles valeurs de L sont nécessaires.

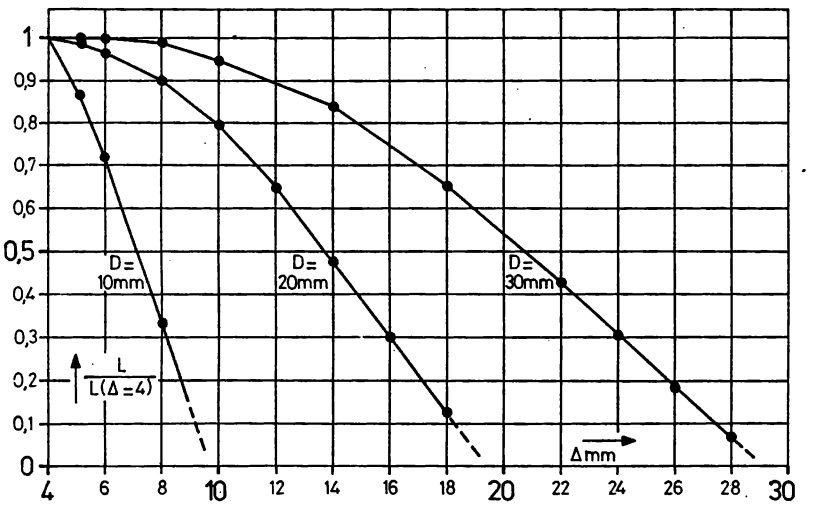


Fig. 1-7

Domaine d'utilisation des bobinages imprimés

L'étude des courbes précédentes montre qu'il est techniquement possible de réaliser des bobines dont l'inductance se situe grossièrement entre quelques dizaines de nH et quelques μH. Au-delà, l'encombrement deviendrait prohibitif et la réalisation du dessin pénible.

La conséquence de ceci est qu'il est tout à fait possible d'utiliser ces bobinages depuis 10 MHz environ jusqu'à près de 200 MHz, voire plus dans le cas de bobines à une seule spire. Les coefficients de qualité que l'on peut obtenir sont très corrects puisque généralement compris entre 50 et 120. Une caractéristique importante de ces bobinages, surtout pour les fortes valeurs de L est la capacité répartie non négligeable qu'ils présentent : à titre d'exemple, le bobinage le plus fin représenté dans cet ouvrage (**fig. 2-3**) montre une capacité répartie de 18 pF pour une self-induction de 3,5 μH. Il convient de tenir compte de cette particularité lors du calcul des éléments capacitifs d'accord. La tête VHF présentée plus loin constitue un exemple intéressant en ce sens qu'elle regroupe des bobinages situés pratiquement aux deux extrêmes du domaine d'emploi des selfs imprimées : un transformateur FI accordé sur 10,7 MHz et deux selfs prévues pour 100 MHz. Les techniques employées sont diamétralement opposées : piste de 0,3 mm avec écartement réduit (0,3 mm) contre piste de 1 mm avec écartement large (1,3 mm).

Nous avons expérimenté différents types de changeurs de fréquence utilisant ces bobinages, ce qui nous a permis d'apprécier leurs très bonnes qualités. Ces montages sont d'ailleurs décrits en détails dans la suite de cet ouvrage.

L'aspect « photogravure » de la question

Si les pistes de largeur 0,3 mm, les plus fines envisagées ici, sont parfaitement réalisables à l'aide d'un équipement moyen, la réalisation du cliché appelle quelques commentaires : à notre avis, l'échelle 4 est la mieux adaptée à la réalisation de tels dessins. Sans conduire à des originaux de trop grandes dimensions, elle permet l'emploi d'instruments de traçage dont le plus fin est un 1,2 mm donc extrêmement maniable. Il nous paraît en effet plus pratique de réaliser ce genre de tracé à l'encre au moyen d'une règle ou mieux d'une table à dessin. La précision des angles et des espacements est meilleure que lors de l'emploi des bandes adhésives dont le raccordement à angle droit serait finalement plus contraignant.

Pour la réalisation de prises intermédiaires, on peut se permettre de déformer un peu la spirale, sous réserve de conserver le même nombre de spires dans le même encombrement. L'expérience montre que la valeur finalement obtenue ne souffre pas trop de ces libertés prises, en fin de compte, avec la valeur de Δ.

Conclusion

Si la technique des bobinages imprimés s'avère irremplaçable lorsqu'une production en grande série exige une reproductibilité optimale aux moindres frais, elle peut également rendre de grands services lorsque des questions d'encombrement en hauteur et de robustesse mécanique entrent en ligne de compte. Certes, il n'est pas envisageable d'ajuster lors des essais le nombre de spires de ces selfs, mais les courbes publiées ici sont suffisamment précises pour rendre généralement toute retouche inutile.

IV. Présentation des principaux circuits intégrés utilisés

Tous les récepteurs que nous allons décrire dans les pages qui suivent sont réalisés entièrement avec des circuits intégrés, à l'exclusion de tout transistor « discret ». Pour l'ensemble des gammes de fréquences reçues, nous ne ferons appel qu'à cinq types de circuits intégrés, dont nous fournissons maintenant les caractéristiques complètes.

Ces composants sont fabriqués par de grandes marques, et sont devenus de véritables « best-sellers » du marché amateur depuis la parution de la première édition de cet ouvrage.

Tous les bons revendeurs doivent donc être à même de fournir ces pièces à nos lecteurs, faute de quoi ceux-ci pourront obtenir, contre une enveloppe timbrée, l'adresse d'un fournisseur pratiquant la vente par correspondance de ce matériel.

Tous nos récepteurs sont présentés sous forme d'un circuit imprimé unique ou parfois double comportant une entrée d'antenne, une sortie basse fréquence 500 mV et éventuellement une entrée pour tension d'accord. C'est dire qu'ils doivent être complétés par un amplificateur basse fréquence (sauf raccordement à une installation HiFi) et par divers accessoires optionnels. Ces circuits complémentaires sont également conçus à base de circuits intégrés dont les caractéristiques seront données au fur et à mesure de leur introduction.

Le SO42 P

Généralités

Le SO 42 P est un modulateur en anneau d'application universelle pour tous usages jusqu'à 200 MHz. Il peut ou non faire appel à son oscillateur incorporé. Le signal de sortie est débarrassé des signaux d'entrée. Parallèlement à ses utilisations de base en mélangeur, convertisseur de fréquence et démodulateur dans les récepteurs FM/AM, le SO 42 P peut être utilisé en tant qu'inverseur de polarité, multiplicateur, etc.

Il se caractérise par les points suivants :

- large gamme de tensions d'alimentation ;
- nombreuses applications ;
- peu de composants externes ;
- gain de conversion élevé ;
- faible bruit.

Présenté en boîtier plastique à 14 broches, le SO42 P est complété par le SO42 E livré en boîtier métallique rond.

Boîtiers

Fig. 1-8.

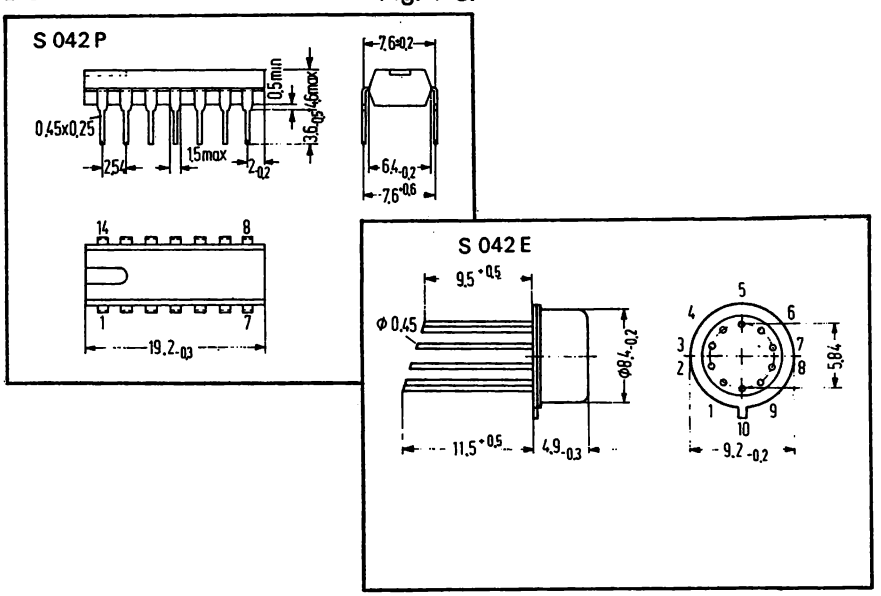
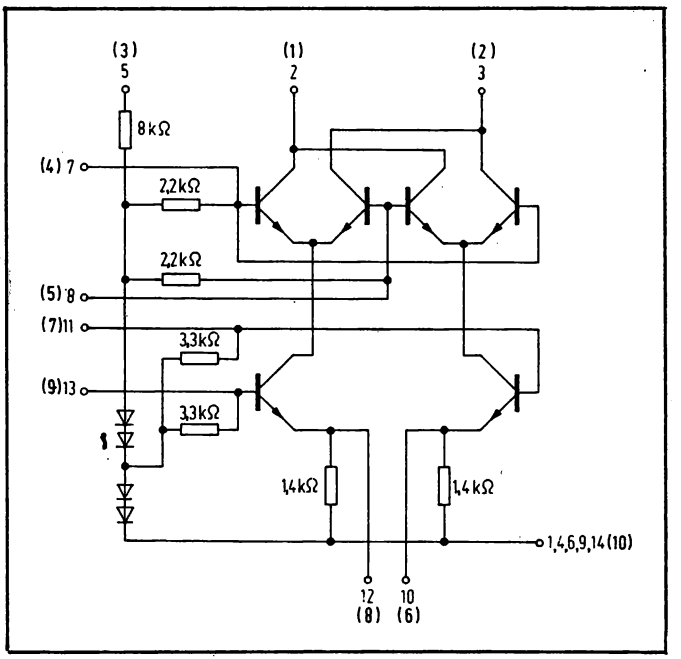


Schéma interne et brochage

Fig. 1-9.



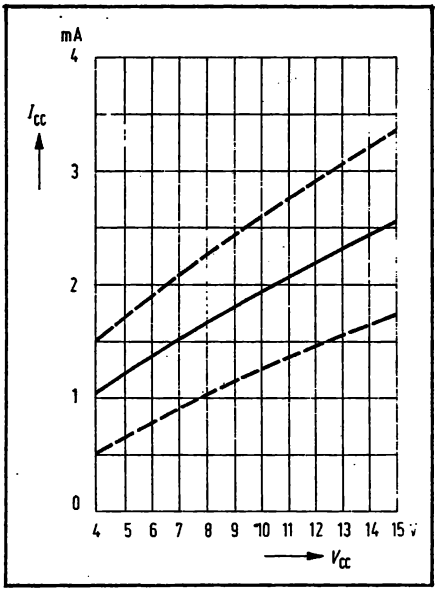
Les indications entre parenthèses se rapportent au SO 42 E.

Valeurs limites absolues

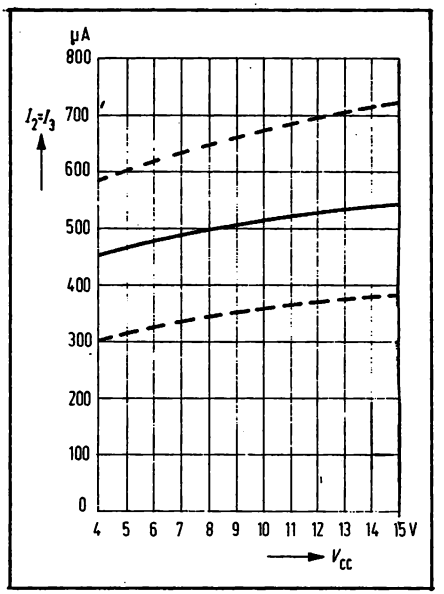
Tension d'alimentation	V_{cc}	15	V
Température de fonctionnement	T_{amb}	– 15 à + 70	°C
Température de stockage	T_s	– 40 à + 125	°C
Résistance thermique SO 42 P	R_{thSA}	110	K/W
SO 42 E	R_{thSA}	190	K/W
Domaine de fonctionnement	V_{cc}	4 à 15	V

Courbes

Fig. 1-10.



Consommation en fonction de la tension d'alimentation.

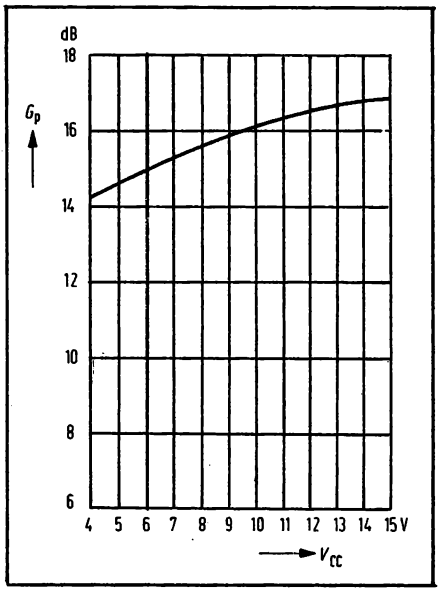


Courant de sortie en fonction de la tension d'alimentation.

Caractéristiques générales

(Vcc = 12 V Tamb = 25 °C)

Consommation totale
Courant de sortie
Courant de sortie différentiel
Courant de polarisation
Gain en puissance (f_E = 100 MHz, f_{osc} = 110,7 MHz)
Tension de claquage ($I_{2,3}$ = 10 mA, $V_{7,8}$ = 0V)
Capacité de sortie
Gain de conversion
Facteur de bruit

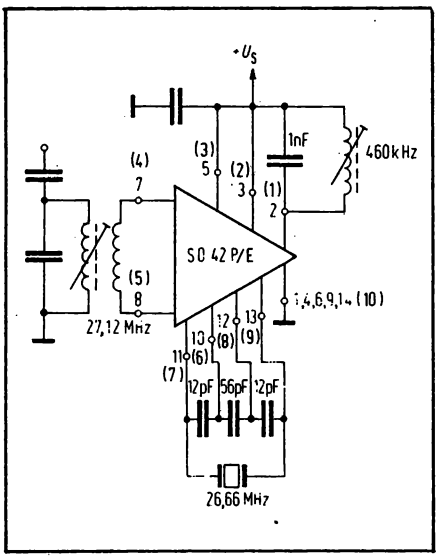


Gain en puissance en fonction de la tension d'alimentation.

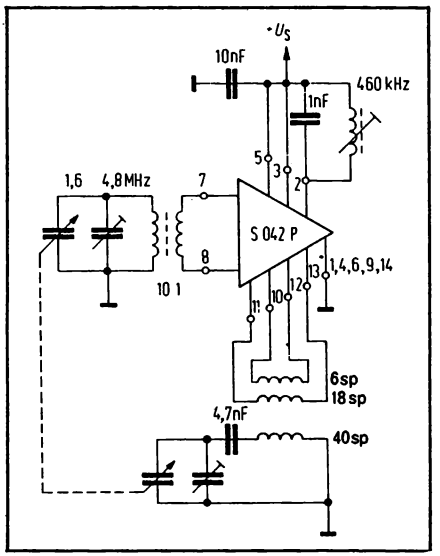
	Min.	Typ.	Max.	Unité
$I_{cc} = I_2 + I_3 + I_5$	1.4	2.15	2.9	mA
$I_2 = I_3$	.36	.52	.68	mA
$I_3 - I_2$	- 60		+ 60	mA
I_5	.7	1.1	1.6	mA
G_P	14	16.5		dB
V_2, V_3	25			V
C_{2-M}, C_{3-M}		6		pF
$S = \frac{I_2}{V_1 - V_8} = \frac{I_3}{V_7 - V_8}$		5		mS
F		7		dB

Schémas d'application

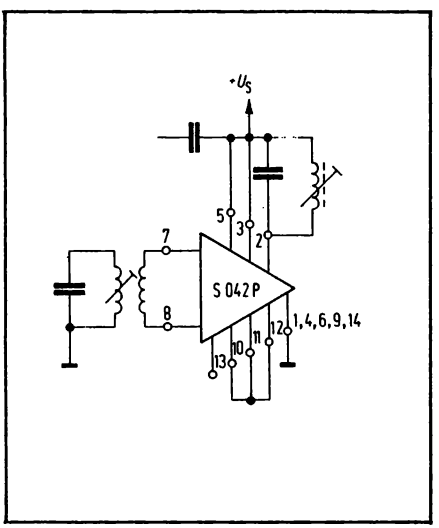
Fig. 1-11.



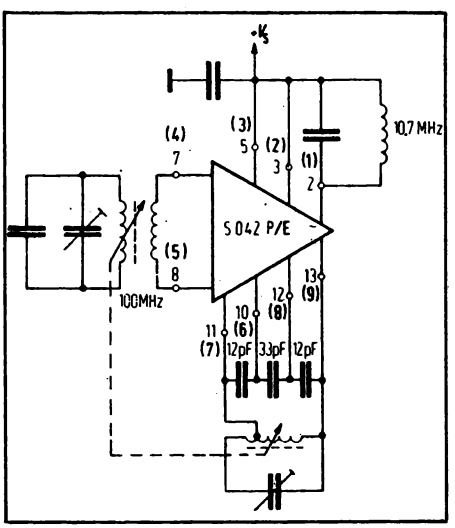
Oscillateur-mélangeur à quartz pour radiocommande 27 MHz.



Oscillateur-mélangeur à accord par CV pour réception des ondes courtes.



Amplificateur-limiteur 50 MHz.



Oscillateur-mélangeur pour réception FM.

Le SO41 P

Généralités

Le SO 41 P est un amplificateur symétrique à six étages associé à un démodulateur à coïncidence symétrique, prévu pour l'amplification, la limitation et la démodulation de signaux modulés en fréquence. Le SO 41 P est particulièrement adapté aux cas où une très faible consommation est de rigueur, ou bien lorsque d'importantes fluctuations de la tension d'alimentation sont à craindre.

Ce circuit intégré convient aussi bien aux applications en bande étroite (FI de 455 kHz) qu'en large bande (FI de 10,7 MHz).

Présenté en boîtier plastique à 14 broches, le SO41 P est complété par le SO41 E livré en boîtier métallique rond.

Boîtiers

Fig. 1-12.

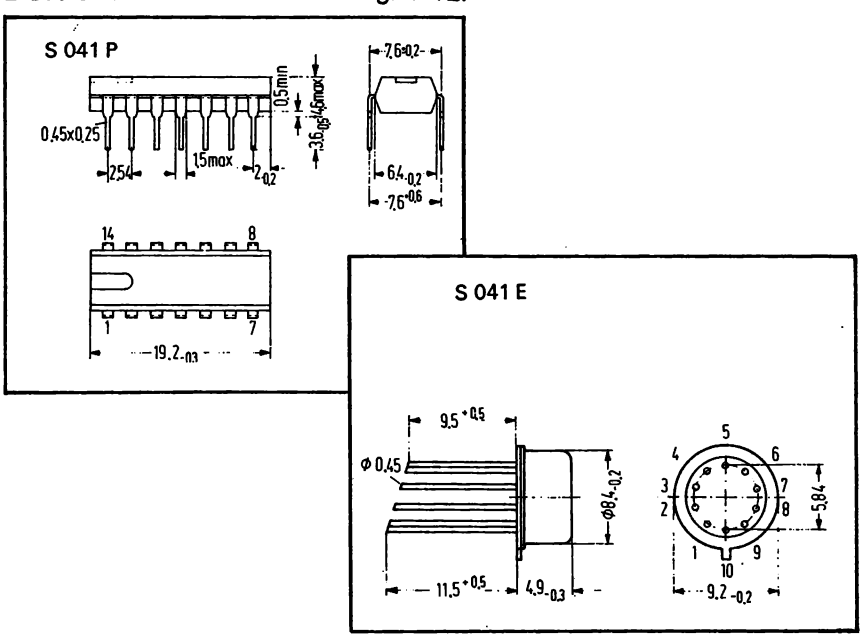
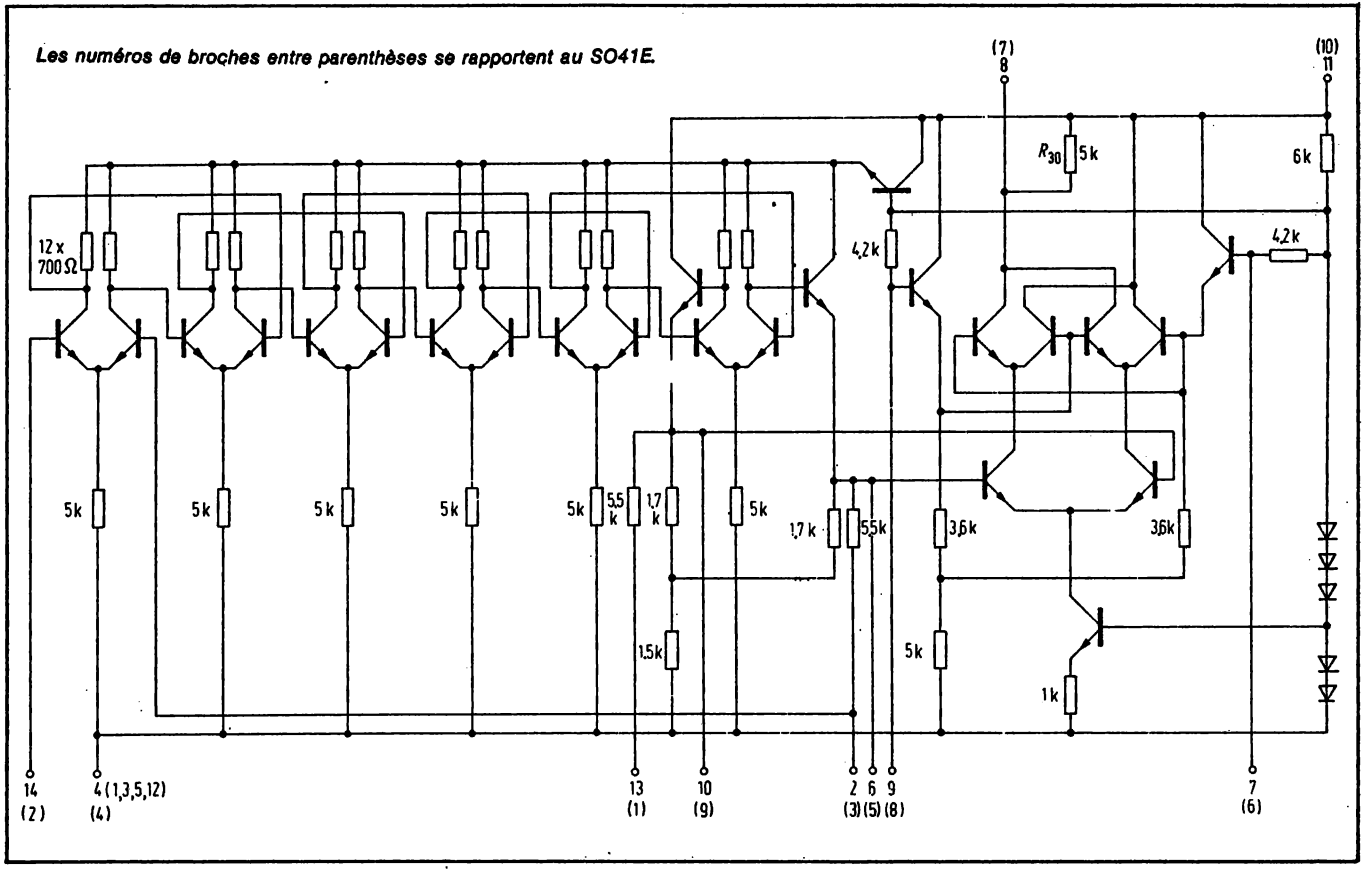


Schéma interne et brochage

Fig. 1-13.



Valeurs limites absolues

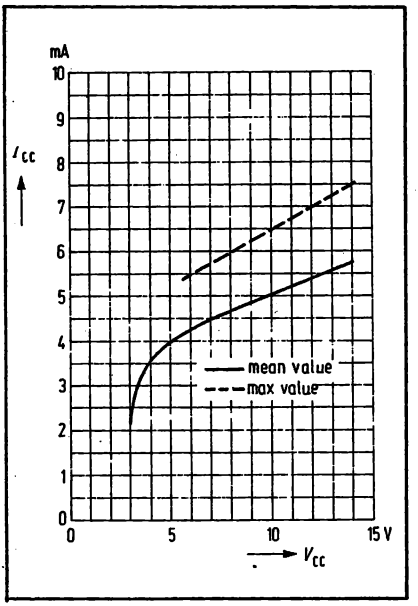
Tension d'alimentation	V_{cc}	15	V
Température de fonctionnement	T_{amb}	– 25 à + 85	°C
Température de stockage	T_s	– 40 à + 125	°C
Domaine de fonctionnement	V_{cc}	4 à 5	V
	f	0 à 35	MHz

Caractéristiques générales

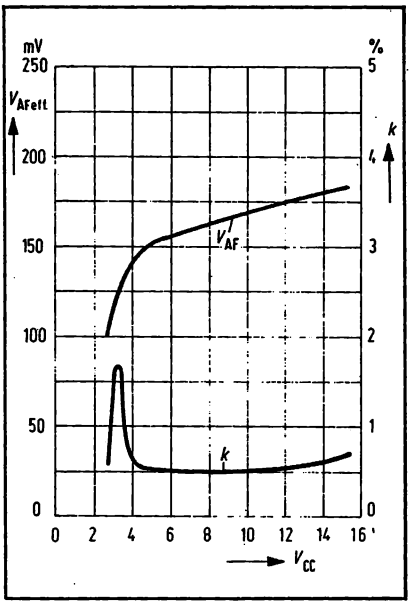
		Min.	Typ.	Max.	Unité
Courant d'alimentation	I_S	4,0	5,4	6,8	mA
Tension de sortie BF (10,7 MHz Δf = ± 50 kHz 10 mV)	$U_{q\ eff}$	100	170		mV
Distorsion harmonique	k		0,55	1,0	%
Variation du niveau de sortie (alim. 15 V — 4 V)	ΔU_q		1,5		dB
Seuil de limitation à l'entrée	$U_{i\ Begr}$		30	60	μV
Gain en tension à 10,7 MHz	V_U		68		dB
Seuil de limitation à la sortie	V_{qss}		130		mV
Impédance d'entrée 10,7 MHz	Z_i		20/2		kΩ/pF
455 kHz	Z_i		50/4		kΩ/pF
Impédance de sortie (broche 8)	R_q	3,5	5	8,5	kΩ
Chute de tension dans R_{30}	U_{11-8}		1,5		V
Réjection AM (m = 30 % Δ f = ± 50 kHz 10 mV)	a_{AM}		60		dB

Courbes

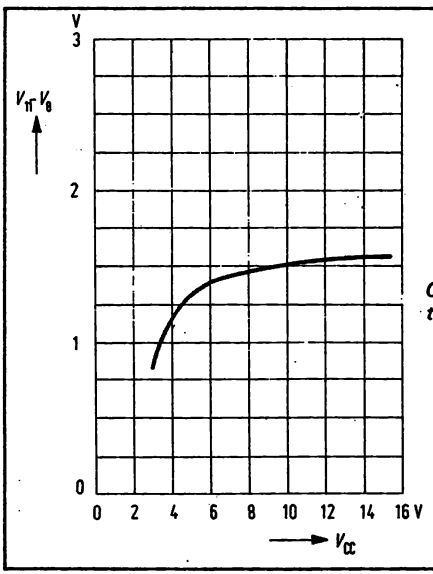
Fig. 1-14.



Consommation en fonction de la tension d'alimentation.



Niveau de sortie BF et distorsion harmonique en fonction de la tension d'alimentation.



Composante continue en sortie en fonction de la tension d'alimentation.

Schémas d'application

Fig. 1-15.

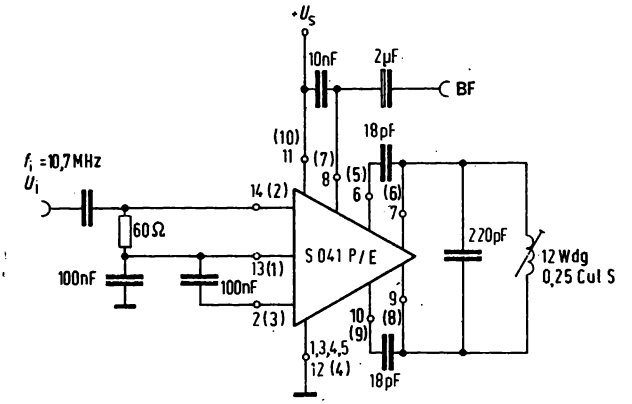


Schéma simplifié. Les numéros de broches entre parenthèses se rapportent au SO41E.

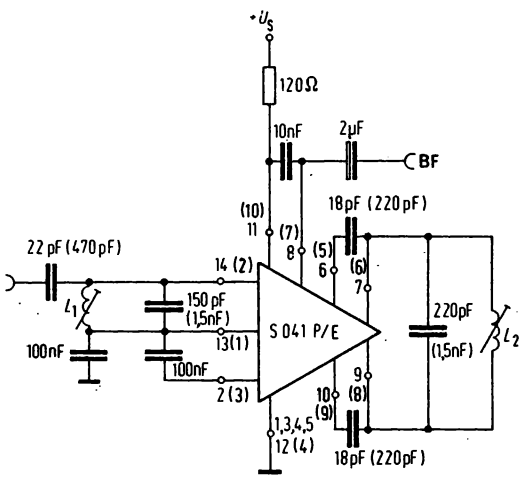


Schéma typique.

(Les valeurs de composants entre parenthèses sont pour 455 kHz au lieu de 10,7 MHz).

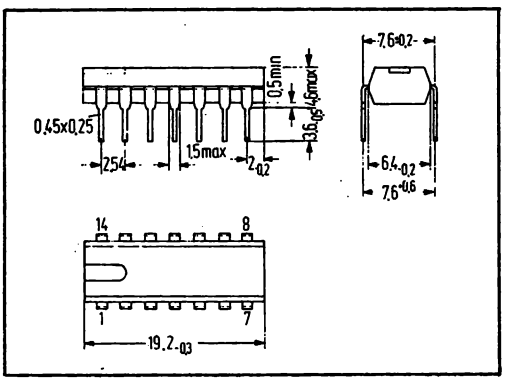
Le TBA 120S

Généralités

Le TBA 120 S est un amplificateur symétrique à six étages associé à un démodulateur à coïncidence symétrique prévu pour l'amplification, la limitation et la démodulation de signaux modulés en fréquence. Initialement prévu pour équiper les récepteurs radio et TV, ce circuit peut être utilisé dans toutes sortes de limiteurs-amplificateurs, modulateurs, démodulateurs ou mélangeurs avec une excellente réjection des signaux d'entrée. Il se caractérise par les points suivants :

— caractéristiques de limitation exceptionnelles ;
— très bonne stabilité en fréquence de la caractéristique de conversion ;
— large gamme de tensions d'alimentation (5 à 15 V) ;
— peu de composants externes.

Boîtier Fig. 1-16.

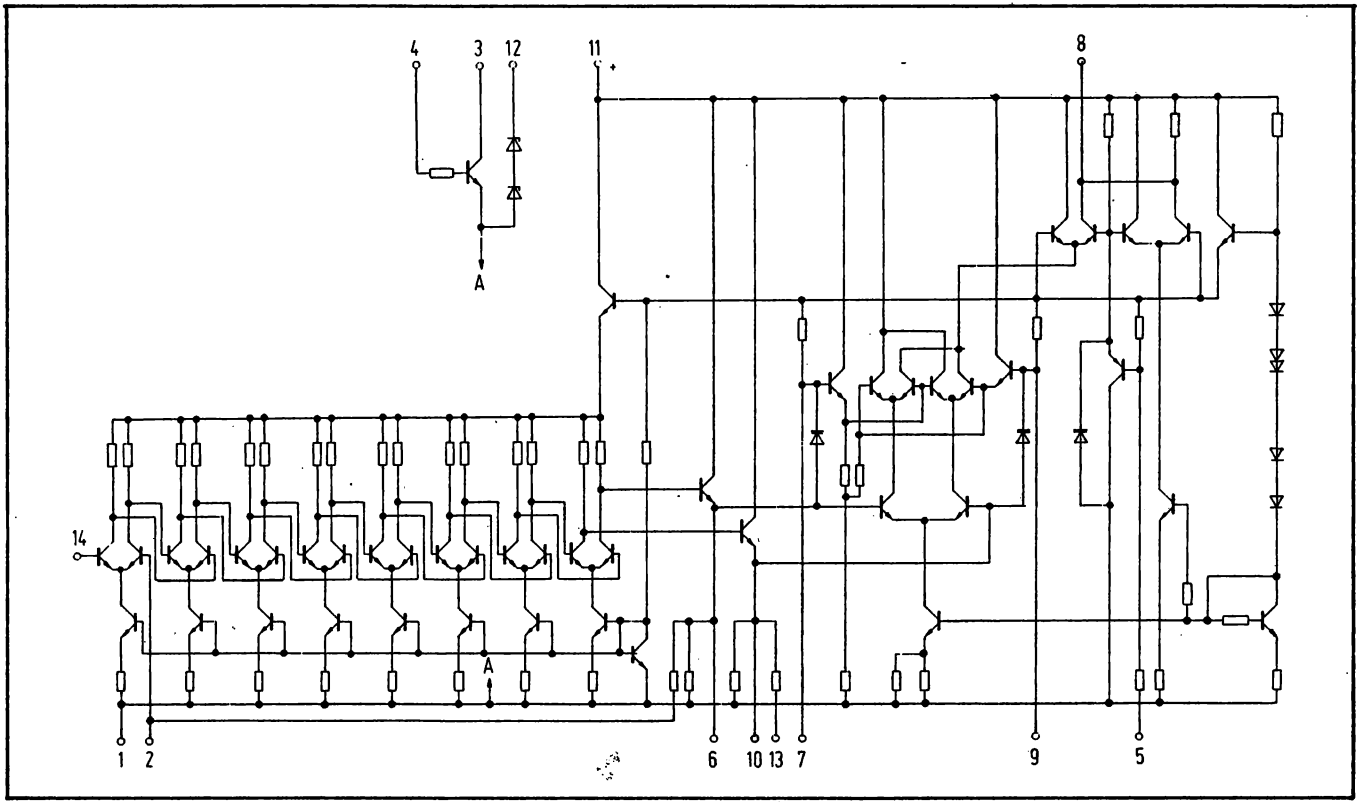


Valeurs limites absolues

		TBA 120 S	
Tension d'alimentation	Vcc	18	V
Température ambiante	Tamb	− 15 à + 70	°C
Température de stockage	Ts	− 40 à + 125	°C
Dissipation totale	Ptot	400	mW
		500 (1mn)	mW
Tension broche 5	V_5	15	mA
Courant broche 12	I_{12}	20 (1mn)	mA
Courant broche 3	I_3	4	V
Courant broche 4	I_4	5	mA
Résistance broches 13/14	R 13-14	2	mA
Résistance thermique	R th SA	≤ 1	kΩ
		≤ 120	K/W
Domaine de tension	Vcc	6 à 18	V
Domaine de fréquence	f	0 à 12	MHz

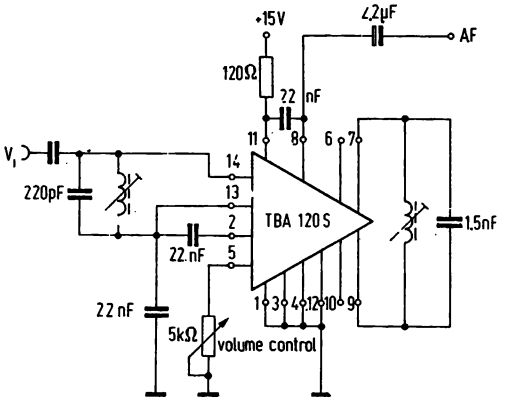
Schéma interne et brochage

Fig. 1-17.

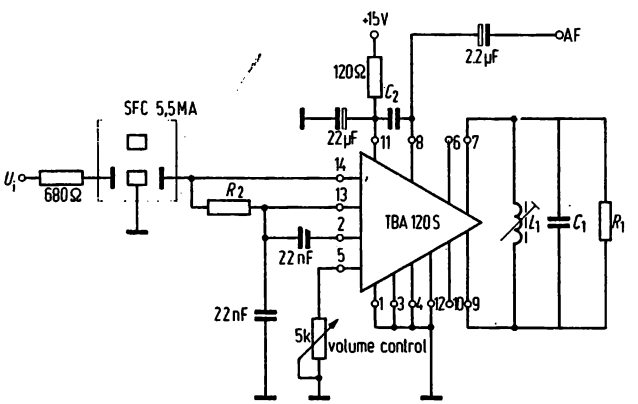


Schémas d'application

Fig. 1-18.



Montage avec filtre LC en entrée.



Montage avec filtre céramique en entrée.

	5,5 MHz (TV)	*4,5 MHz (TV USA)*	*FM mono*	*FM stéréo*
C_1	1.5 nF	2.2 nF	470 pF	330 pF
C_2	22 nF	22 nF	22 nF	470 pF
L_1	8 spires	8 spires	8 spires	12 spires
R_1	∞	∞	∞	1 kΩ
R_2	680 Ω	1 kΩ	330 Ω	330 Ω
Filtre (Murata)	SFE 5.5 MA	SFE 4.5 MA	SFE 10.7 MA	SFE 10.7 MA

Caractéristiques générales

	min	typ	max	
I_{cc} R5=∞	10	14	18	mA
I_{cc} R5=0	11	15.2	20	mA
G_v		68		dB
V_{qpp}	170	250		mV
V_{AFeff}	.7	1.0		V
k	1.3	2.5		%
$V_{i\ lim}$		30	60	μV
Z_i		40/4.5		kΩ/pF
Z_i		20/4		kΩ/pF
R_q	1.9	2.6	3.3	kΩ
V_{AFmax} / V_{AFmin}	70	75		dB
V_8	6.2	7.4	8.5	V
a_{AM}	45	55		dB

Le TDA 1046

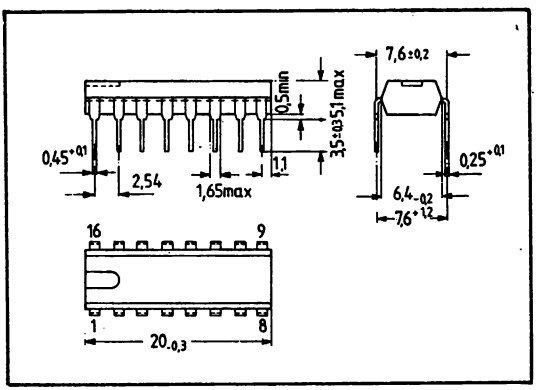
Généralités

Ce circuit intégré est destiné à la construction d'autoradios et de récepteurs secteur AM. Il comprend deux étages HF à CAG, un mélangeur multiplicatif avec oscillateur indépendant, un détecteur à double alternance, un filtre actif passe-bas et un circuit de commande pour indicateur de champ. Le TDA 1046 convient particulièrement bien aux récepteurs à diodes varicap du fait de la régulation de niveau de son oscillateur. L'ensemble du circuit est construit selon une architecture symétrique. Le circuit se caractérise par les points suivants :

- CAG internes ;
- démodulateur incorporé ;
- filtrage BF incorporé ;
- commande directe d'un indicateur logarithmique de champ (90 dB) ;
- faible nombre de composants extérieurs ;
- possibilité d'ajouter un circuit accordé HF supplémentaire.

Boîtier

Fig. 1-19.

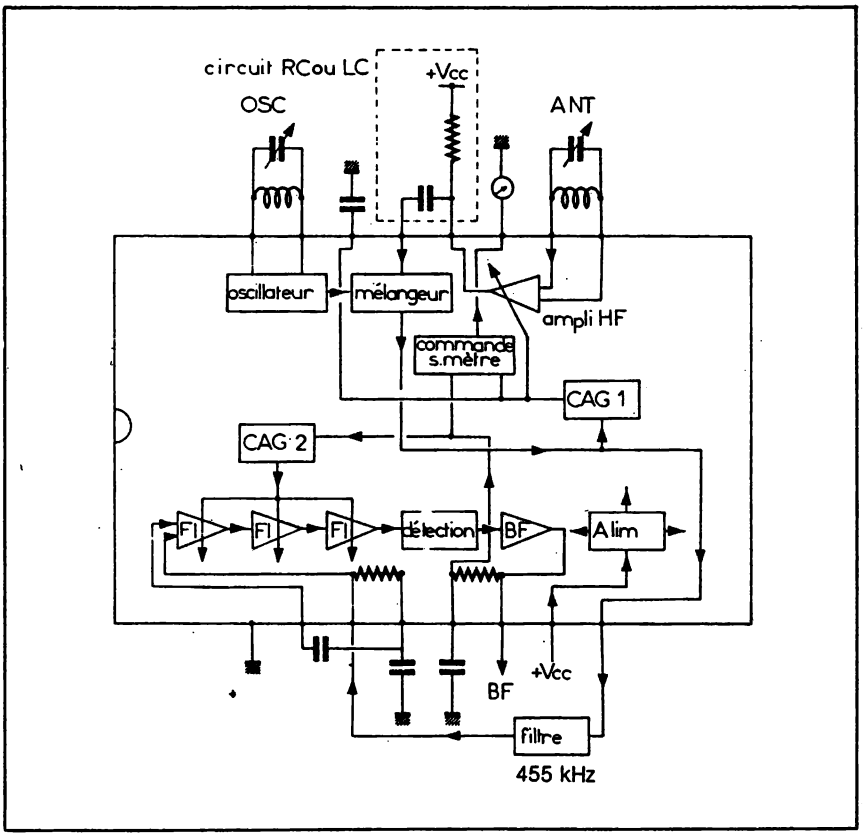


Valeurs limites absolues

Tension d'alimentation	U_S	18	V
Résistance thermique	R_{thSU}	90	K/W
Température de jonction	T_j	150	°C
Température de stockage	T_s	– 40 à + 125	°C

Schéma interne et brochage

Fig. 1-20.

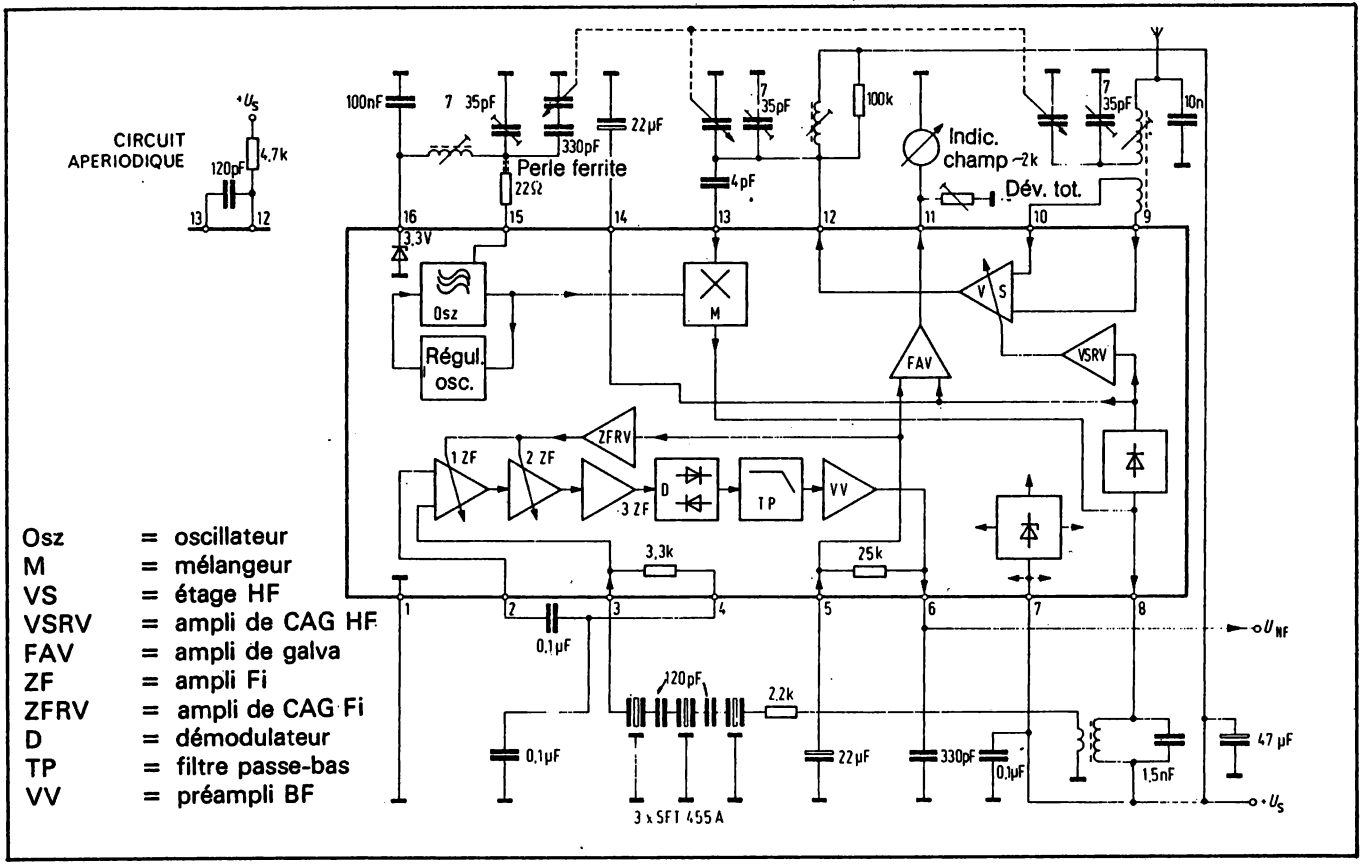


Domaine de fonctionnement

Tension d'alimentation	U_S	8 à 18	V
Fréquence d'oscillateur	f_{osz}	0,5 à 31	MHz
Fréquence d'entrée HF	$f_{i\,HF}$	0 à 30	MHz
Fréquence d'entrée FI	$f_{i\,ZF}$	0,2 à 1	MHz
Température de fonctionnement	T_U	– 15 à + 85	°C

Schéma d'application

Fig. 1-21.



Caractéristiques générales

		Min.	Typ.	Max.	Unité
Consommation	I_S	15	20	25	mA
Niveau de sortie BF et distorsion harmonique — m = 80 %, V = 1 mV_{eff}	U_{NF}	600	800	1000	mV_{eff}
	k		0,8	1	%
m = 80 %, V = 25 mV_{eff}	U_{NF}	600	800	1000	mV_{eff}
	k		1,5	2	%
m = 30 %, V = 1 mV_{eff}	U_{NF}	200	300	400	mV_{eff}
	k			0,6	%
m = 30 %, V = 45 mV_{eff}	U_{NF}	200	300	400	mV_{eff}
	k			0,9	%
Plage de résulation de la CAG	ΔV	85			dB
Seuil de la CAG — avec circuit accordé	$U_{i\ 9-10}$		19		μV
avec circuit apériodique	$U_{i\ 9-10}$		28		μV
Sensibilité — S/N = 6 dB	$U_{i\ HF}$		2,5		μV
S/N = 26 dB	$U_{i\ HF}$		14		μV
S/N = 53 dB	$U_{i\ HF}$		1		mV
Courant de commande du galva de champ	I_{11}	1,0		1,5	mA
Impédance de sortie BF	R_6	2,25	3	3,75	kΩ

Le TDA 1047

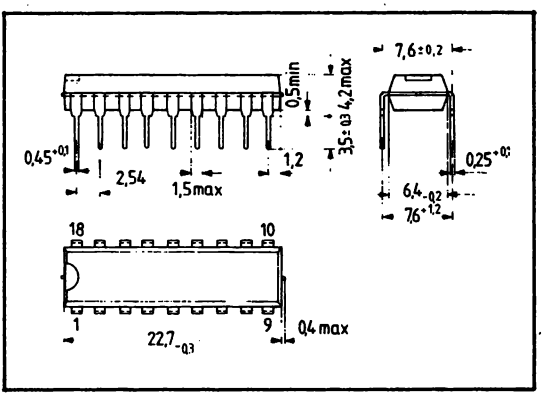
Généralités

Le TDA 1047 est un amplificateur symétrique à huit étages associé à un démodulateur à coïncidence symétrique, prévu pour l'amplification, la limitation et la démodulation de signaux modulés en fréquence. Particulièrement adapté à la construction de récepteurs FM, le TDA 1047 permet la commande directe d'un galvanomètre de champ, la suppression automatique du décodage stéréo pour champs faibles, fournit une information de CAF avec déconnexion automatique et squelch. Il se caractérise par les points suivants :

— excellentes caractéristiques de limitation ;
— excellente stabilité en fréquence de la caractéristique de démodulation ;
— large gamme de tension d'alimentation (4 à 18 V) ;
— faible consommation ;
— squelch ajustable extérieurement ;
— faible nombre de composants extérieurs.

Boîtier

Fig. 1-22.



Valeurs limites absolues

Tension d'alimentation	18 V
Résistance thermique	90 °C/W
Température de jonction	150 °C
Température de stockage	– 40 à + 125 °C

Domaine de fonctionnement

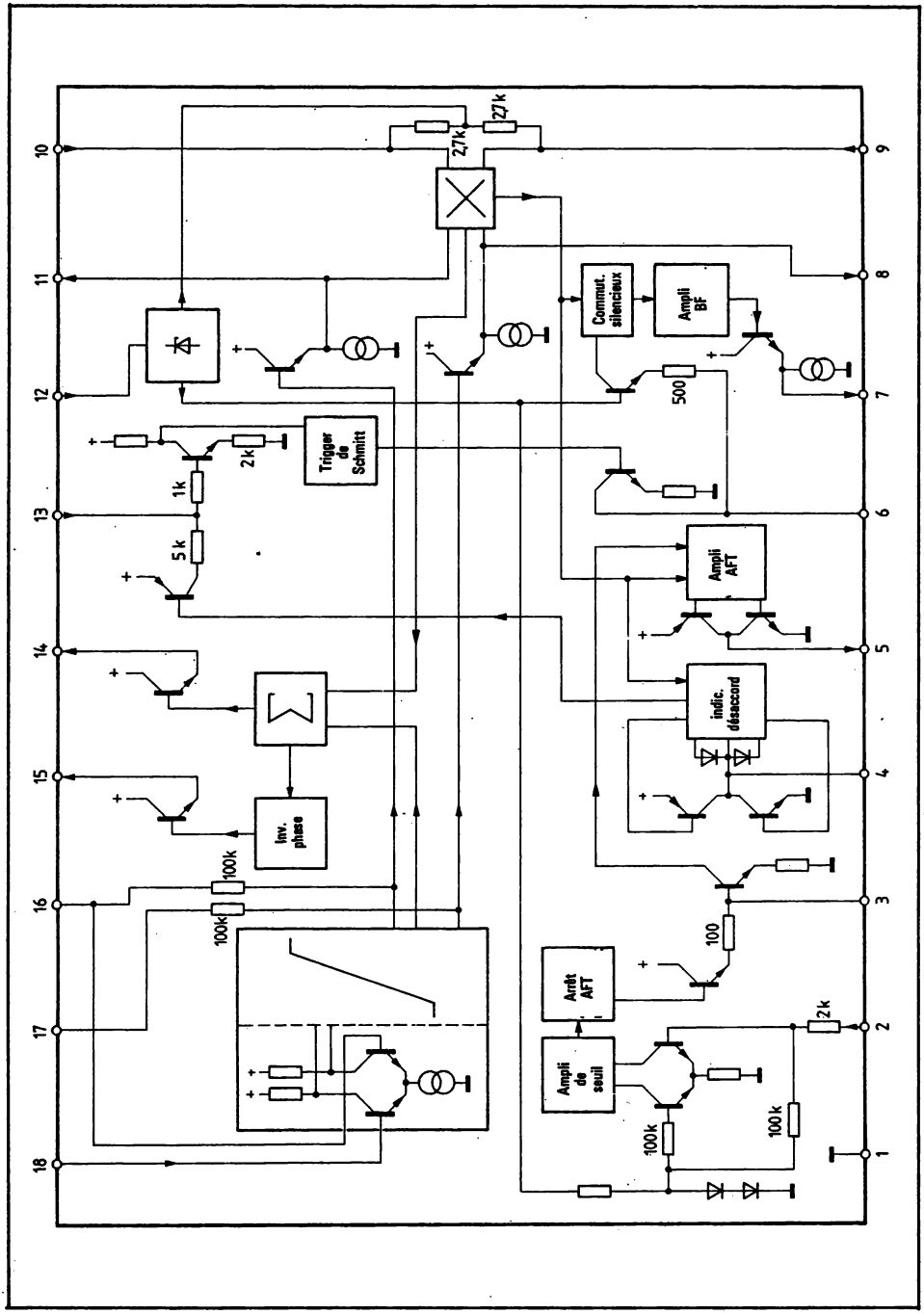
Tension d'alimentation	4 à 18 V
Fréquence	0 à 15 MHz
Température de fonctionnement	– 25 à + 85 °C

Caractéristiques générales

		min	typ	max	
Consommation	I_{12}	9	12	15	mA
Tension — entrée 160 mV_{eff}	U_{14}	1,6	2,0		V
au galvanomètre — entrée 16 μV_{eff}	U_{14}		10	20	mV
Courant galvanomètre	I_{14}			3,6	mA
Tension de squelch — entrée 8 mV_{eff}	U_{15}		0		V
Tension de squelch — entrée 16 μV_{eff}	U_{15}	2,2	2,5		V
Courant squelch	I_{15}			3,6	mA
Composante continue en sortie	U_7		2,1		V
Niveau de sortie BF	U_7	270	300		mV_{eff}
Courant continu en sortie	I_7	180	200		μA
Distorsion harmonique	k		0,4	0,8	%
Seuil de limitation en entrée	U_i		30	50	μV
Impédance d'entrée	$R_{i\,18}$	10			kΩ
Impédance de sortie BF	R_{q7}		0,3	1	kΩ
Seuil du squelch	Δf	± 70	± 100	± 150	kHz
Tension de suppression de la CAF	U_2			20	mV_{os}
Impédance d'entrée	$R_{i\,2}$	40	100		kΩ
Tension de suppression de la CAF	U_3	0,8			V
Excursion sur la sortie CAF	Δ_{15}		± 150		μA
Seuil de limitation en sortie	U_{8-11}		500		mV_{ss}
Impédance d'entrée du démodulateur	R_{9-10}		5,4		kΩ
Niveau recommandé en entrée du démodulateur	U_{9-10}		500		mV_{ss}
Seuils du squelch	U_{13}	0,5	0,85	0,95	V
	U_{13}		0,6		V
Hystérésis du squelch	ΔU_{13}		120	200	mV
Résistance interne pour retard CAF	$R_{q\,6}$		500		Ω
Réjection AM (10 mV m = 30 %)	a_{AM}	60			dB
Rapport S/B (10 mV)	$a_{S/N}$	70			dB
Efficacité du squelch	a_{NF}		60		dB

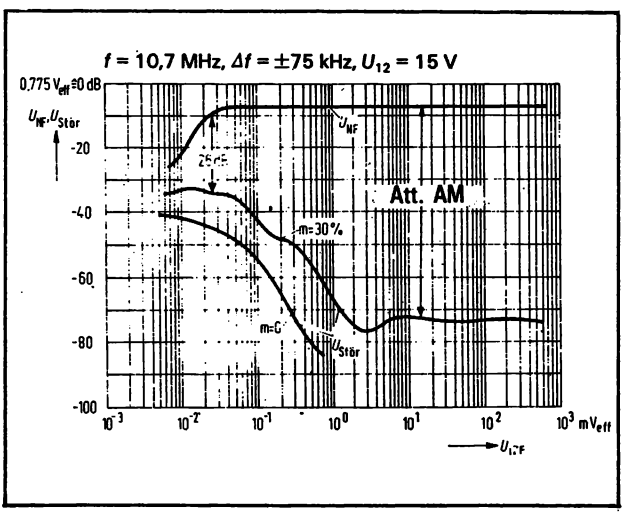
Schéma interne et brochage

Fig. 1-23.



Broche	1	Masse
Broche	2	Entrée de déconnexion de la CAF
Broche	3	Retard à la déconnexion de la CAF
Broche	4	Filtre passe-bas du squelch
Broche	5	Sortie CAF
Broche	6	Condensateur de suppression des bruits de commutation
Broche	7	Sortie BF
Broche	8	Sortie du limiteur-amplificateur
Broche	9	Circuit accordé déphaseur du démodulateur
Broche	10	
Broche	11	Sortie du limiteur-amplificateur
Broche	12	+ alimentation
Broche	13	Entrée squelch
Broche	14	Galvanomètre et suppression stéréo
Broche	15	Suppression stéréo
Broche	16	Découplages entrée Fi
Broche	17	
Broche	18	Entrée Fi

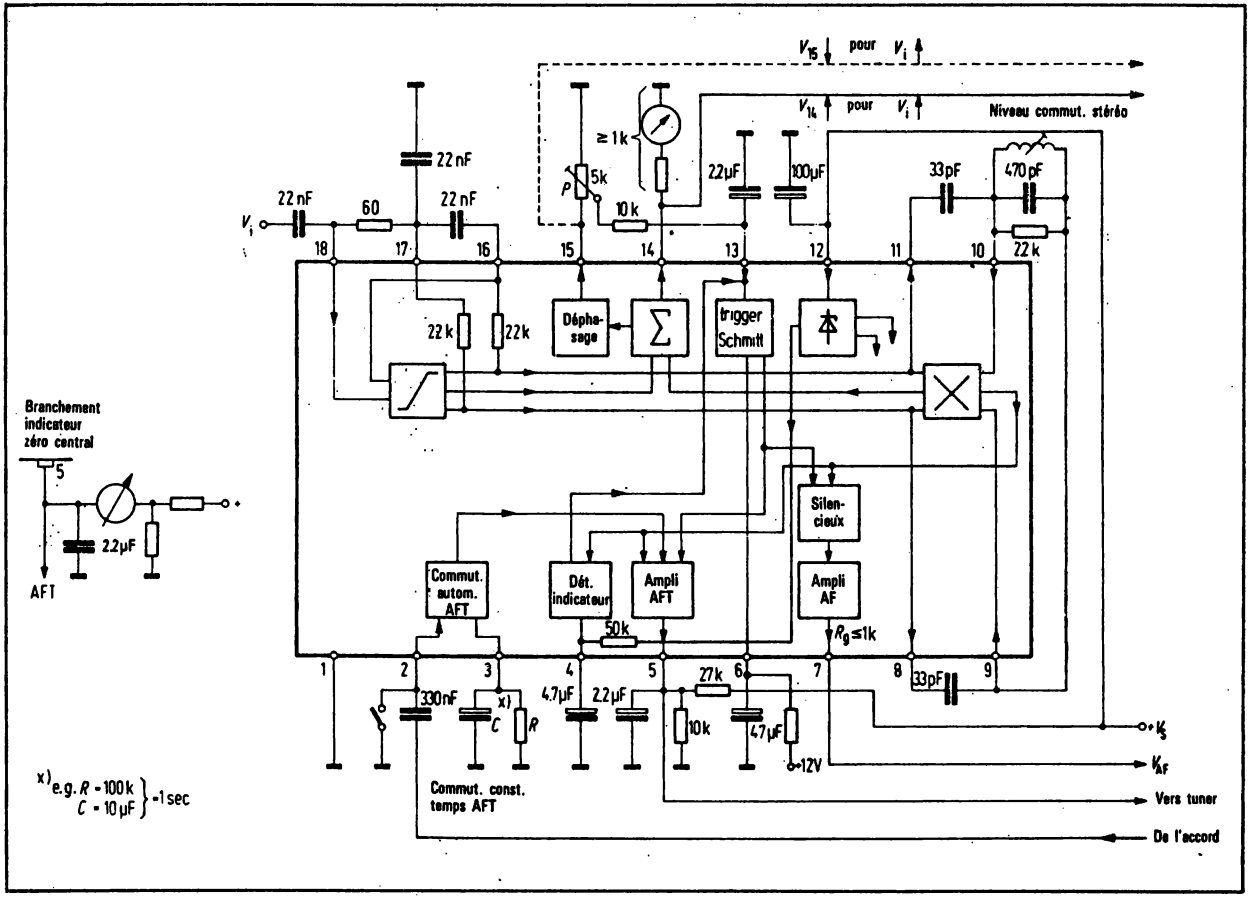
Courbe Fig. 1-24.



Niveau de sortie BF et tension de bruit en fonction du niveau d'entrée.

Schéma d'application

Fig. 1-25.



CHAPITRE 2

RECEPTEURS DE « RADIODIFFUSION »

Montages pratiques

I. Généralités

Le rôle d'un récepteur de radiodiffusion est de permettre l'écoute des émissions diffusées par les stations commerciales à l'intention du public sur les bandes de fréquences suivantes : GO, PO, OC, FM.

Les modules sur circuit imprimé dont la description va suivre sont soit des récepteurs complets (excepté l'ampli BF qui devra être réalisé séparément), soit des parties déterminées de la chaîne de réception, qu'il suffira d'assembler pour obtenir un récepteur « à la carte ».

En AM comme en FM, il faut prévoir une antenne, dont l'efficacité conditionnera les performances du récepteur. Pour les essais, une simple antenne de voiture peut suffire, mais en cas d'utilisation à poste fixe, c'est l'antenne de toit qui s'impose pour garantir à l'usager toute la satisfaction que son récepteur est capable de lui apporter.

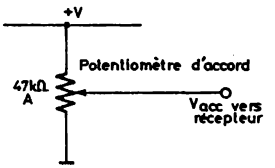


Fig. 2-1. — Système de recherche des stations pour un récepteur à diodes varicap.

Tous nos récepteurs munis de diodes à capacité variable doivent être munis d'un système de commande fournissant la tension d'accord repérée V_{acc}. Un simple potentiomètre de 47 kΩ environ suffit, monté selon le schéma de la **figure 2-1**. Avec les composants que nous avons choisi d'utiliser, la tension d'alimentation + V du potentiomètre doit théoriquement être de 28 V, et parfaitement stabilisée. Cet ouvrage contient les plans d'un montage simple permettant de délivrer cette tension si elle n'existe pas par ailleurs.

On notera cependant que tous nos montages peuvent se contenter, à ce niveau, d'une tension de 13,8 V, ce qui est la tension nominale d'alimentation de tous les récepteurs présentés ici, et qui peut provenir de piles, d'une batterie de voiture ou d'une alimentation secteur également décrite plus loin. L'utilisation d'une tension de 28 V pour alimenter le potentiomètre est à recommander lorsque l'on désire couvrir en totalité les bandes de fréquence dont ces récepteurs permettent l'écoute.

En ce qui concerne les réglages qui doivent être effectués en fin de réalisation, toutes les indications nécessaires seront données le moment venu. Signalons simplement qu'aucun appareil de mesure n'est nécessaire, le caractère permanent des émissions de radiodiffusion permettant le réglage « à l'oreille » surtout en FM.

C'est par un apparent paradoxe que nous allons réellement aborder la partie pratique de cet ouvrage : en effet, le lecteur pourra remarquer que les récepteurs FM (les plus coûteux dans le commerce par ce que les plus performants), sont les plus simples à construire et à régler. C'est donc par cette classe d'appareils que nous conseillons à nos lecteurs de commencer.

Quelques remarques préliminaires concernant le câblage en haute fréquence : plus encore que dans tout autre domaine, les soudures doivent être soignées, les fils de câblage aussi courts que possible et tous les composants soudés de façon à avoir le corps plaqué contre la plaquette. Toute longueur excédentaire dans les fils des composants peut mener à l'échec de la réalisation, surtout en FM. Enfin, on emploiera des composants de dimensions aussi réduites que possible, surtout en ce qui concerne les condensateurs qui seront du type « céramique disque 63 V » et les résistances, que l'on choisira dans la gamme « quart de watt » sauf mention contraire. Inutile de préciser qu'il est hors de question d'employer de soi-disant équivalences pour les semi-conducteurs équipant ces montages, pas plus que de remplacer une valeur manquante de résistance ou de capacité par sa voisine ou par un montage série ou parallèle.

En résumé, il est indispensable de suivre **à la lettre** nos plans et nos indications : nous n'avons pu mettre la réalisation de ces récepteurs à la portée de tous que par des choix précis en matière de composants et de techniques de câblage. Toute interprétation sur ces deux points est à proscrire formellement. De même, les tracés de circuits imprimés que nous fournissons ici ne doivent en aucun cas être modifiés, pour quelque raison que ce soit. C'est d'ailleurs pour cela que nous recommandons la reproduction par voie photographique.

Il vaut mieux dépenser un peu plus pour obtenir un circuit imprimé conforme à nos plans que voir une réalisation échouer...

II. Construction de récepteurs FM

Montage n° 1

UNE TETE VHF A BOBINAGES IMPRIMES

On désigne sous le nom de tête VHF l'ensemble amplificateur d'entrée-mélangeur-oscillateur apparaissant sur la **figure 1-2.** C'est là l'élément le plus délicat d'un récepteur FM, que bon nombre d'amateurs achètent dans le commerce, réglé en usine, et... à prix d'or. La tête que nous décrivons ici est d'une réalisation extrêmement simple, de même que les deux premières platines FI que nous proposons ensuite pour compléter le récepteur. Nous donnerons à nos lecteurs débutants deux conseils pour cette première réalisation :

1° Ne commencer les opérations de câblage qu'après s'être procuré un circuit imprimé **irréprochable** surtout au niveau du bobinage imprimé le plus fin. En cas d'impossibilité, passer directement à la réalisation du « tuner FM compact » (montage n° 6) qui utilise des bobinages classiques et reste relativement simple à assembler.

2° Commencer par réaliser un récepteur à une seule station et n'adapter le système de préréglage à quatre stations qu'après réussite des essais. Brûler les étapes ferait courir le risque de passer sur une difficulté qui se serait résolue d'elle-même lors d'une approche plus progressive.

Schéma de principe

On peut voir sur la **figure 2-2** que l'antenne (75 Ω) attaque directement le circuit accordé L_1 CV_1 dont les prises intermédiaires alimentent symétriquement le modulateur en anneau.

Le circuit accordé L_2 CV_2 fixe la fréquence de l'oscillateur local qui est mis en état de réaction par trois condensateurs. Les connexions oscillateur-modulateur sont incorporées au circuit intégré en ce sens que les deux transistors de l'oscillateur symétrique servent de générateur de courant au modulateur en anneau. Cette configuration du mélangeur est intéressante à bien des égards. Outre la haute qualité de la FI obtenue (très faible distorsion d'intermodulation), le découplage entre les entrées et la sortie est presque parfait. De ce fait, la tension issue de l'oscillateur local réinjectée dans l'antenne est insignifiante, ce qui, combiné à la forte sensibilité du circuit, permet d'éliminer l'étage HF que l'on rencontre sur les réalisations courantes. De plus, le signal à fréquence intermédiaire est complètement débarrassé des signaux incidents. Ce signal FI est

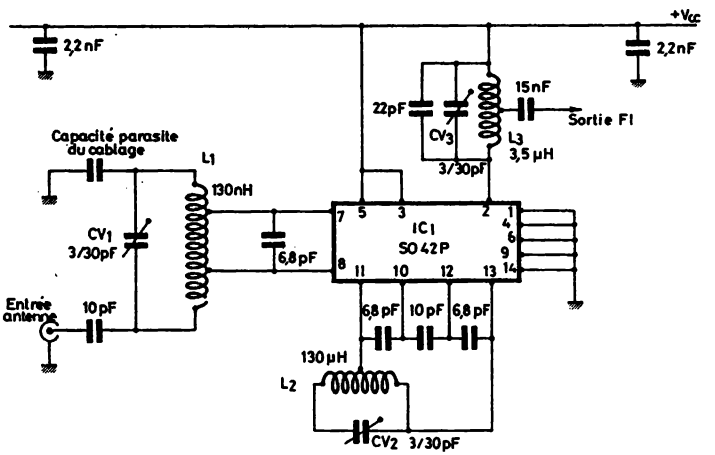


Fig. 2-2. — Schéma de principe.

disponible sur une prise intermédiaire du circuit accordé L_3 CV_3. Remarquons que ce module peut être alimenté sous toute tension continue comprise entre 5 et 15 V sans pour cela dérégler l'accord.

Le circuit imprimé

Il est de la plus haute importance que le dessin du circuit imprimé soit scrupuleusement respecté. La méthode photographique s'impose donc. D'autre part, l'emploi de verre époxy est très recommandé afin de réduire les pertes diélectriques à un strict minimum.

Réalisation

Elle ne pose aucun problème, sous réserve, répétons-le encore, de réaliser exactement le circuit imprimé prescrit à la **figure 2-3** sur verre époxy simple face. L'implantation est donnée à la **figure 2-4.** Le fonctionnement doit être immédiat dès la mise sous tension. Après avoir connecté une antenne télescopique ou autre, on règlera CV_2 (oscillateur) afin de capter une station. Puis, l'accord sera ajusté exactement avec CV_1 ; enfin CV_3 sera ajusté de façon à accorder L_3 sur la fréquence correspondant exactement à celle de la platine FI utilisée. Une fois le fonctionnement constaté, on peut remplacer CV_1 et CV_2 par tout autre dispositif à capacité variable dont nous reparlerons plus loin.

On peut augmenter la précision des réglages en insérant provisoirement un atténuateur 10 ou 20 dB dans l'antenne. Le réglage se fait alors au minimum de souffle.

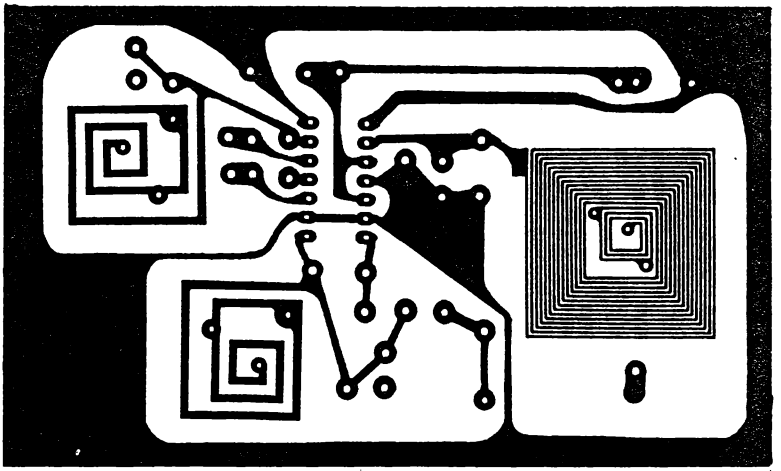


Fig. 2-3. — Circuit imprimé.

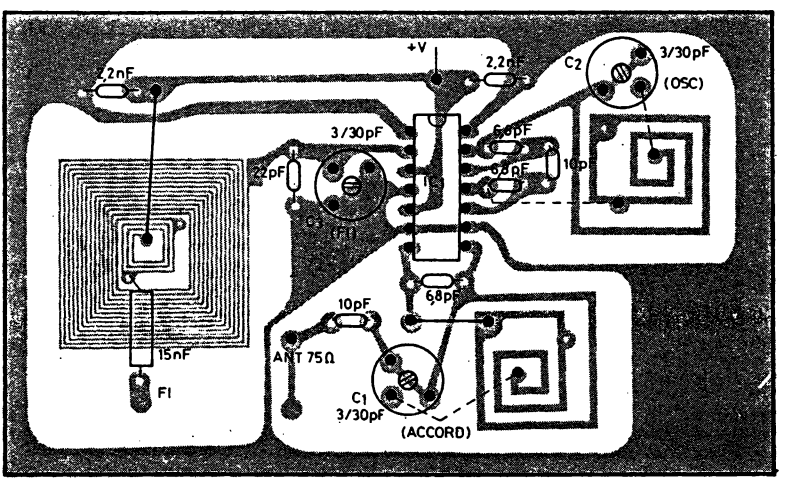


Fig. 2-4. — Plan de câblage.

Extension des possibilités

Tel qu'il est présenté ici, ce montage est accordé sur une station au moyen des deux condensateurs ajustables. Il est bien sûr possible de les remplacer par tout autre système à capacité variable permettant de recevoir plusieurs stations. Citons :

— Commutateur à touches sélectionnant des ajustables de préréglage (solution détaillée plus loin dans ces pages).

— Diodes varicap (liaison par deux condensateurs fixes). (Solution faisant l'objet du montage n° 5).

— CV à deux cages dissemblables avec trimmers de faible valeur (solution un peu désuète).

Dans tous les cas, on veillera à ce que les liaisons entre ce dispositif et le circuit imprimé soient aussi courtes que possible car les pertes sont sévères à ces fréquences.

La première opération visant à équiper cette tête VHF d'un système de préréglage de quatre stations consiste à supprimer les condensateurs ajustables d'accord et d'oscillateur, ainsi que certains des straps qui leur sont associés, puis à souder les 4 fils « CV_1 » et « CV_2 » aux emplacements repérés comme tels, sans craindre de les inverser deux à deux, mais de façon à réduire le plus possible leur longueur. On aboutit ainsi à la configuration représentée sur la figure 2-5.

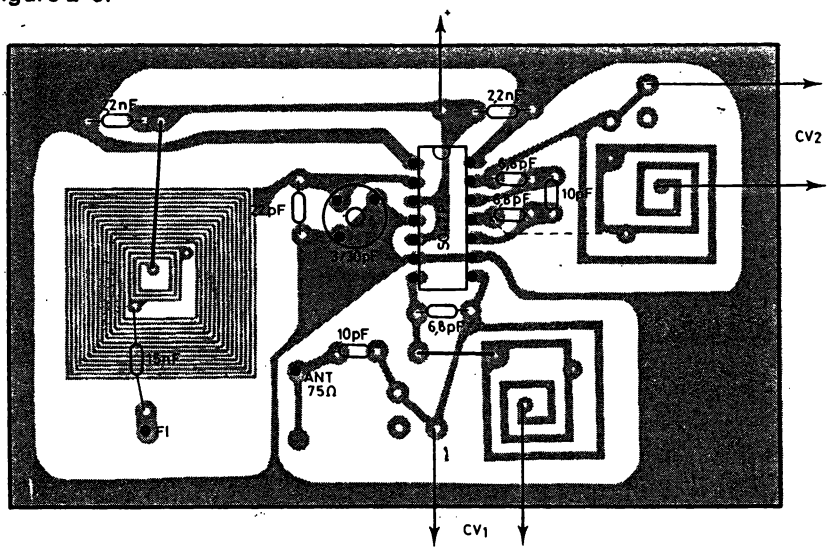


Fig. 2-5. — Plan de câblage.

Réaliser le circuit imprimé de la **figure 2-6** sur un stratifié aussi mince que possible et le monter sur un commutateur à 4 touches genre OREOR M401 à capsules chromées. Souder les 8 broches centrales et deux fils rigides dénudés d'environ 1 cm de long et dépassant du côté des picots du commutateur. La face cuivrée de ce petit circuit est donc tournée vers l'extérieur. Les soudures doivent être aussi fines que possible.

Réaliser le circuit imprimé de la **figure 2-7** et l'enfiler, dans le même sens que le précédent, sur la partie restant libre des picots du commutateur. Les deux fils rigides doivent se positionner dans les trous correspondants. Souder les 8 picots tombant dans des pastilles et les deux fils rigides. Le bloc d'accord revêt donc l'apparence de la **figure 2-8**, une fois terminée l'opération consistant à souder côté cuivre 8 condensateurs ajustables 3/30 pF ou 3/25 pF qui serviront au préréglage des stations.

Système de préréglage pour tête VHF à bobinages imprimés.

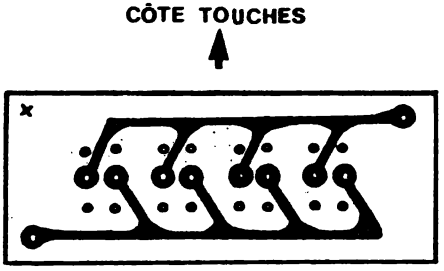


Fig. 2-6. — Circuit imprimé.

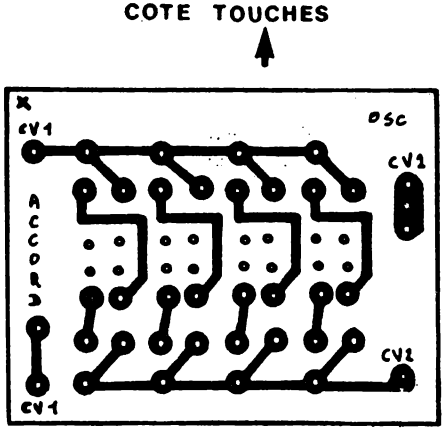


Fig. 2-7. — Circuit imprimé.

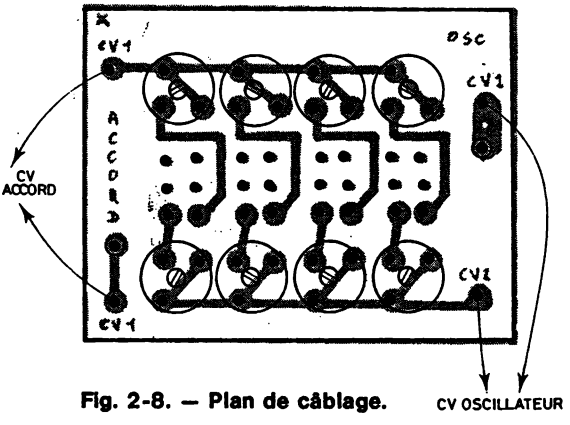


Fig. 2-8. — Plan de câblage.

Relier ensuite **rigidement** le bloc d'accord à la tête VHF proprement dite au moyen de deux longues vis de Ø 3 ou 4 mm et d'entretoises qui serviront en même temps à la fixation sur le châssis.

On notera à cette occasion qu'un espace d'au moins 1 cm doit être ménagé entre le circuit portant les bobinages imprimés et le fond du boîtier, surtout si celui-ci est métallique. De même, lors des essais, on veillera à écarter le montage de toute surface conductrice, y compris la main de l'opérateur, afin d'éviter toute modification des réglages effectués. Dans le cas de la réalisation à quatre stations préréglées, la conduite de ces réglages est la même que précédemment, si ce n'est que les deux ajustables correspondant à chaque position du sélecteur devront être réglés tour à tour.

Montage n° 2

UNE TETE VHF A BOBINAGES CLASSIQUES ET DIODES VARICAP

Certains lecteurs peuvent, soit par choix personnel, soit par suite de problèmes de photogravure, souhaiter équiper la partie HF de leur récepteur avec des bobinages classiques, non imprimés. Ceci ajouté au succès grandissant des diodes à capacité variable nous a amené à mettre sur pied un nouveau circuit dont nous décrivons ci-dessous la réalisation. Cette tête, prévue pour recevoir les émissions de la gamme FM peut être adaptée à d'autres bandes VHF (jusqu'à 200 MHz) par simple modification des bobines.

Le schéma de principe (fig. 2-9)

Tous les éléments actifs du montage (transistors amplificateurs, oscillateurs, mélangeurs) sont réunis dans le boîtier à 14 broches du SO42P. La réaction nécessaire au fonctionnement de l'oscillateur push-pull à deux transistors est obtenue par couplage selfique au niveau de L_2, contrairement au montage précédemment décrit qui utilisait un couplage capacitif. Ceci facilite l'adaptation des diodes à capacité variable qui équipent l'oscillateur et l'étage d'entrée. Le plus gros problème de conception se trouve être la coexistence du SO42P, à montage symétrique (modulateur en anneau) et des diodes à capacité variable qui doivent, en continu, être reliées à la masse. Ceci explique la présence d'un transfo symétriseur à ferrite dans l'étage d'entrée. Les diodes retenues (BB104 ou 204) sont des diodes doubles, les deux éléments de chaque boîtier étant montés en opposition. Cette configuration est favorable à une excellente linéarité du montage, donc à un taux de distorsion très bas.

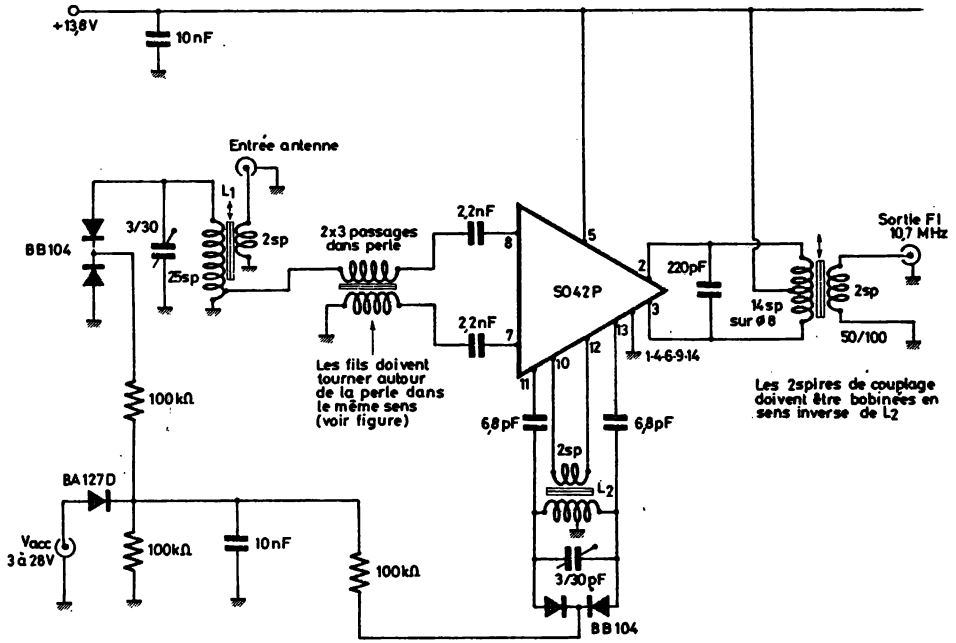


Fig. 2-9. — Schéma de principe.

Le transfo FI de sortie est attaqué en différentiel par deux transistors intérieurs au circuit. Ce montage symétrique favorise une bonne réjection de l'oscillateur local.

Des trimmers, en parallèle sur les deux circuits accordés, permettent à la fois un bon alignement de l'ensemble, et un calage de l'accord dans les limites de la bande que l'on désire recevoir (FM dans notre cas).

Nomenclature

Semi-conducteurs Siemens

1 × SO42P
2 × BB104 ou BB204
1 × BA127D ou équivalente

Bobinages (voir figures)

Condensateurs céramique

2 × 10 nF
2 × 2,2 nF
1 × 220 pF
2 × 6,8 pF
2 × 3/30 pF ajustables ou 4/20 pF

Résistances : 3 × 100 kΩ

Divers : Circuit imprimé époxy

Réalisation pratique

Comme pour tout montage VHF, le dessin du circuit imprimé est critique, et c'est pourquoi on s'efforcera de ne pas dévier du modèle de la **figure 2-10** (reproduction photo si possible).

L'équipement de la carte se fera selon la **figure 2-11**, en se référant aux **figures 2-9** et **2-12** pour les données concernant les bobinages. En particulier, lorsque deux enroulements sont bobinés ensemble sur le même mandrin, on veillera à respecter les sens de bobinage indiqués. Une inversion au niveau de L_2 empêche tout fonctionnement par blocage de l'oscillateur.

	Mandrin	Noyau	Fil	Nbre spires	Prise
L_1	Ø 6	Ferrite	8/10	3,5	1,25 sp. côté froid
L_2	Ø 6		8/10	5,5	au centre
Spires de couplage	2 spires fil rigide isolé plastique Ø 5/10				

Fig. 2-12. — Caractéristiques des bobinages.

Fig. 2-10. — Circuit imprimé.

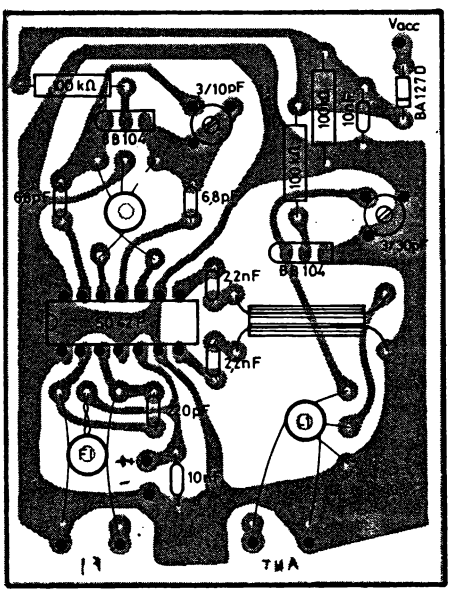


Fig. 2-11. — Plan de câblage.

Le modèle de perle ferrite à utiliser pour le transfo symétriseur dépendra des possibilités d'approvisionnement de chacun. On choisira un fil suffisamment fin pour pouvoir être bobiné le nombre de fois nécessaire dans le trou central de cette perle.

Mise en service

Connecter la sortie 10,7 MHz à l'entrée d'une platine FI réglée sur cette même fréquence, puis brancher antenne et alimentation. Appliquer à l'entrée Vc une tension continue d'environ 10 V et tourner les trimmers au moyen d'un tournevis isolant jusqu'à percevoir une station située au milieu de la bande à recevoir (commencer par l'oscillateur, puis fignoler sur l'étage d'entrée). Ajuster ensuite le noyau du transfo FI de sortie de façon à éliminer le souffle pouvant subsister.

Il va de soi que le réglage précis de cette tête se trouve facilité par l'emploi d'instruments appropriés (générateur HF, grid-dip...), dont il est cependant **toujours** possible de se passer moyennant un minimum de patience.

On peut alors relier l'entrée Vc au dispositif de sélection des stations (potentiomètre, système à préréglage) alimenté sous 28 à 30 V, ou à défaut, 13,8 V.

Montage n° 3

UNE PLATINE FI 10,7 MHz A BOBINAGE

Les deux montages précédents ne peuvent être mis en service qu'à la condition de disposer d'une platine FI 10,7 MHz. Nous allons donc en décrire deux types très simples bien que performants et un troisième modèle muni de perfectionnements supplémentaires nullement indispensables mais apportant un certain confort d'utilisation.

Ce bloc fonctionnel évoque généralement un imposant circuit imprimé, regroupant de nombreux bobinages délicats à accorder, et un certain nombre de transistors. Notre modèle utilise seulement un circuit intégré (SO41 P Siemens), dont la sensibilité **propre** est meilleure que 30 μV, et dont la sélectivité est déterminée par l'emploi d'un simple circuit LC parallèle facile à réaliser et ne nécessitant aucun réglage. Le nombre des composants extérieurs est, ici aussi, minimal.

La tête VHF précédente et ce circuit, alimentés par le + 13,8 V général et reliés par un petit fil blindé, constituent un excellent récepteur FM que l'on peut relier directement à tout ampli BF et... à une bonne antenne (intérieure télescopique, ou mieux extérieure).

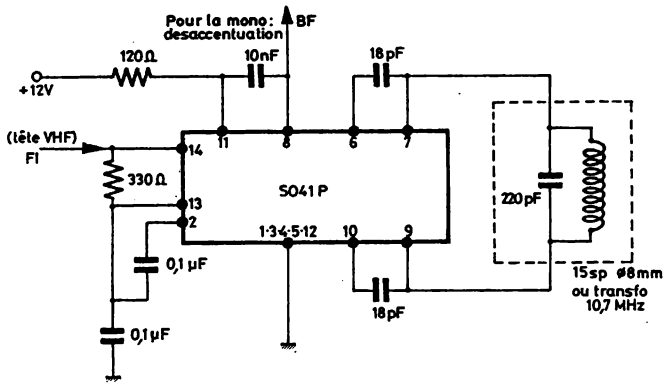


Fig. 2-13. — Schéma de principe.

Dans le cas de la réalisation d'un ensemble stéréo, il ne faudra pas oublier d'enlever le condensateur de 10 nF assurant la désaccentuation aux normes mono (50 μs), et de choisir un décodeur stéréo acceptant un niveau d'entrée Multiplex de 100 mV eff, niveau fourni par le SO41 P. (Un tel décodeur est décrit plus loin dans ce volume).

La **figure 2-13** donne le schéma de principe du montage, sur lequel nous ne nous étendrons pas, puisque tous les détails nécessaires ont été donnés lors de la présentation du SO 41 P dans le début de cet ouvrage.

Réalisation pratique

Câbler le circuit imprimé de la **figure 2-14** selon le plan de la **figure 2-15.** Le condensateur de 10 nF ne sera pas monté si l'on désire attaquer un décodeur stéréo.

On pourra utiliser une self composée de 15 spires de fil émaillé 0,5 mm bobinées sur un mandrin de 0,8 mm sans noyau, en parallèle avec 220 pF. Aucun réglage n'est nécessaire si l'on utilise les têtes VHF précédemment décrites.

Interconnexion

Relier la tête VHF à la platine FI par un court fil blindé, et reprendre le + 13,8 V sur l'alimentation pour l'amener à ces deux modules. Relier les masses, et tirer un fil, blindé ou non, depuis la sortie de la platine FI jusqu'à l'entrée du préampli ou de l'ampli.

Veiller au découplage correct de l'alimentation et à la qualité du point de masse, sous peine de constater des accrochages en basse fréquence.

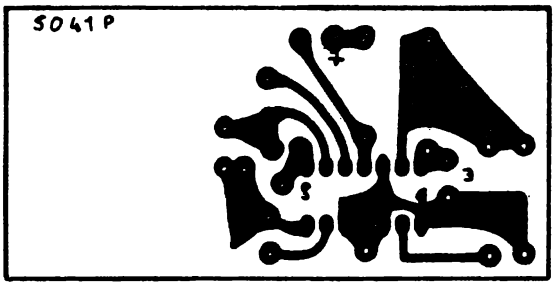


Fig. 2-14. — Circuit imprimé.

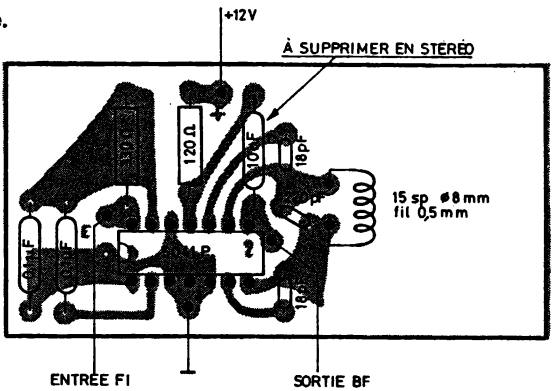


Fig. 2-15. — Plan de câblage.

On rappelle que toutes les connexions de masse (comme d'ailleurs celles d'alimentation) doivent être réunies en un seul et même point (sortie du bloc d'alimentation) et qu'il ne faut jamais desservir tour à tour les différents modules composant un récepteur à partir d'une seule ligne d'alimentation. (voir **figure 2-16**).

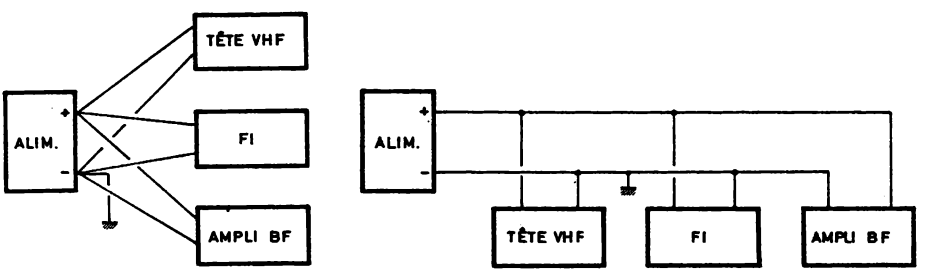


Fig. 2-16.

Montage n° 4

UNE PLATINE FI 10,7 MHz A FILTRES CÉRAMIQUE

Ce montage dérive directement du précédent, sous une forme plus moderne utilisant des filtres céramique, composants que nous avons en l'occasion de présenter plus haut. La conséquence de cette modification est une bien meilleure sélectivité, obtenue au prix d'une très légère réduction de sensibilité. Au lecteur de choisir en fonction de son cas personnel et de ses possibilités d'approvisionnement en filtres (Emile Joly SA, Paris ou revendeurs).

La platine FI (**fig. 2-17**) se compose d'un circuit intégré amplificateur — limiteur — démodulateur SO 41 P Siemens. La sélectivité est obtenue par un filtre céramique disposé à l'entrée du montage, et un second filtre du même type réalise l'accord du discriminateur. La conséquence de ceci est **qu'aucun réglage**

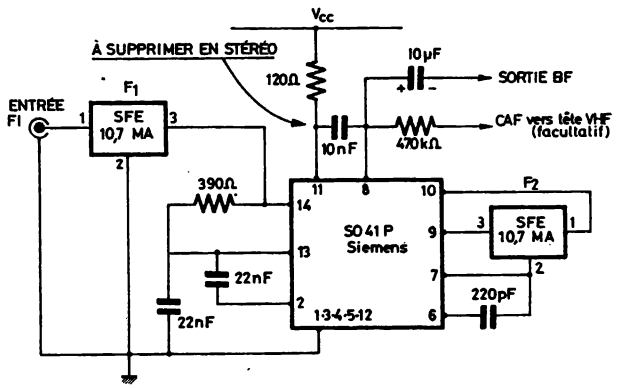


Fig. 2-17. — Schéma de principe.

Nomenclature

1 circuit intégré SO41 P Siemens
2 filtres céramique SFE 10,7 MA Murata/Stettner. (Emile Joly SA, Paris).

Condensateurs

1 × 10 µF chimique
1 × 220 pF céramique
1 × 10 nF céramique
2 × 22 nF céramique

Résistances 5 % 1/4 W

1 × 120 Ω
1 × 390 Ω
1 × 470 kΩ (facultatif)

n'est à effectuer, les circuits se trouvant automatiquement alignés sur 10,7 MHz. Le condensateur de 10 nF placé entre les broches 8 et 11 assure une désaccentuation conforme à la norme européenne 50 μs (à supprimer en stéréo).

Un branchement est prévu pour fournir une tension de CAF à la tête VHF si celle-ci est équipée d'un circuit adéquat. Précisons que les filtres céramiques utilisés sont des SFE 10,7 MA de Murata-Stettner.

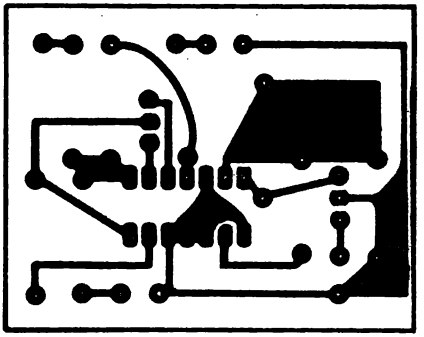


Fig. 2-18. — Circuit imprimé.

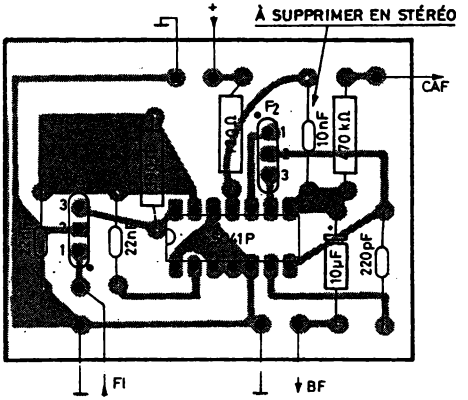


Fig. 2-19. — Plan de câblage.

Les figures 2-18 et 2-19 donnent toutes les indications nécessaires au câblage de ce module : les trous de fixation des filtres seront percés avec un foret de 1 mm. On veillera à éviter de plier les pattes des filtres au ras de l'enrobage, à respecter le sens de branchement, et à ne pas s'attarder sur les soudures : il est préférable de souder une patte du premier filtre, puis une patte du circuit intégré, puis une patte du second filtre, avant de passer à la seconde patte du premier filtre, et ainsi de suite. Ce module doit fonctionner dès la dernière soudure achevée : il peut s'alimenter sous une tension comprise entre 4 V et 15 V et est adaptable à tous les types de têtes VHF sortant sur 10,7 MHz. Le niveau de sortie BF est d'environ 100 mV (minimum) pour des tensions FI d'entrée supérieures à 30 μV.

Montage n° 5

UNE PLATINE FI A CAF ET DIODES VARICAP INCORPOREES

Parvenu à ce niveau de notre ouvrage, nous allons passer en revue les avantages et inconvénients présentés par les différents circuits de réception FM que nous avons eu l'occasion de décrire ici. Ceci nous permettra de justifier les choix que nous avons faits lors de l'étude de la version que nous allons présenter ici.

1) Les bobinages imprimés

Avantages :

- reproductibilité parfaite sans aucun calcul ;
- câblage extrêmement simple ;
- réglages réduits à leur plus simple expression.

Inconvénients :

- difficulté de réalisation correcte du circuit imprimé sans équipement photographique.

2) Les filtres céramique

L'utilisation exclusive de filtres céramique associés à des circuits intégrés spéciaux permet d'éliminer tout bobinage et tout réglage de la partie FI :

Avantages :

- réglage du récepteur limité au câlage des stations ;
- reproductibilité parfaite ;
- câblage simple.

Inconvénients :

- problèmes d'approvisionnement des filtres, d'origine japonaise.

De nombreux revendeurs proposent maintenant ces filtres à un prix à peine supérieur à celui d'un bon condensateur HF.

3) Les diodes Varicap

Les diodes varicap contribuent à résoudre de nombreux problèmes électroniques et mécaniques puisqu'elles permettent la suppression des condensa-

teurs variables et de leur mécanique associée. Le potentiomètre de recherche des stations peut être éloigné du reste du montage sans précautions particulières. Des circuits intégrés spéciaux permettent l'introduction facile d'éléments de confort supplémentaires tels que présélection de stations par touches à effleurement (SAS 580 et 590) et visualisation de l'accord par LED en ligne (UAA 170 et 180).

Avantages :

- suppression de la mécanique ;
- possibilités annexes importantes ;
- pas de problème d'approvisionnement d'un CV particulier ;
- réduction de l'encombrement.

Inconvénients :

- Nécessité d'une tension de 28 à 30 V environ (à la rigueur le 13,8 V général) ;
- nécessité d'un système de CAF si la tension de commande n'est pas parfaitement stable.

Une tension de commande de + 18 à 30 V peut être facilement obtenue au moyen d'un convertisseur très simple, à partir de l'alimentation générale (voir montage n° 15, plus loin dans cet ouvrage). De nouveaux circuits intégrés pour chaînes FI contiennent un dispositif de CAF très énergique permettant la poursuite de toute station accrochée dans pratiquement toutes les conditions.

Nous venons de voir que des solutions valables existent au niveau de nos lecteurs pour s'affranchir des problèmes inhérents à l'emploi des technologies citées. Le nouveau schéma de récepteur répondra donc aux caractéristiques suivantes :

- tête VHF à bobinages imprimés utilisant le même dessin de circuit que la précédente version, malgré des modifications mineures de câblage ;
- utilisation exclusive de filtres céramique pour la partie FI, équipée de circuits à sensibilité améliorée ;
- utilisation de diodes varicap asservies par un circuit de CAF très énergique.

La **figure 2-20** rappelle le schéma du mélangeur-oscillateur à circuit intégré SO42 P. Ce schéma fait apparaître les points de branchement des circuits d'accord à diodes Varicap, en parallèle sur les trimmers d'accord et d'oscillateur.

Ces trimmers pourront conserver la valeur précédente de 3/30 pF, mais il devient possible d'adopter la valeur 3/12 pF sans cesser de couvrir la totalité de la bande FM, et même un peu au-delà.

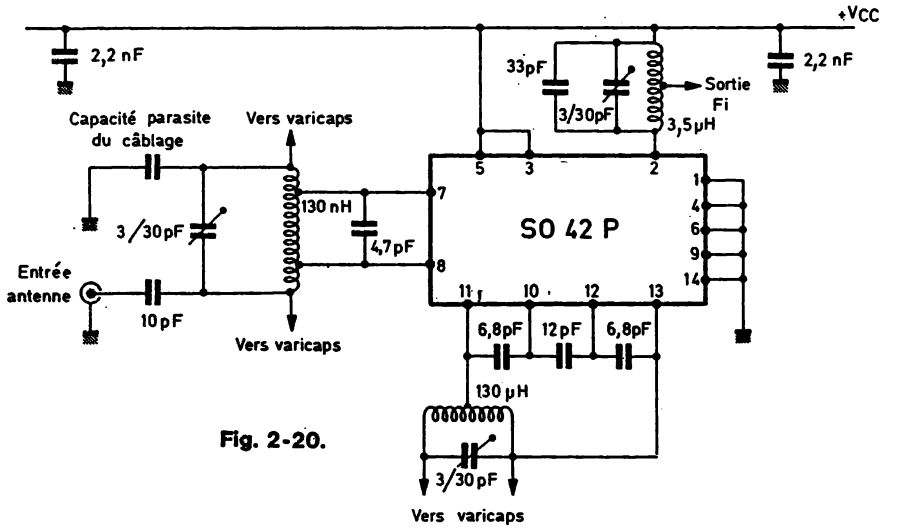


Fig. 2-20.

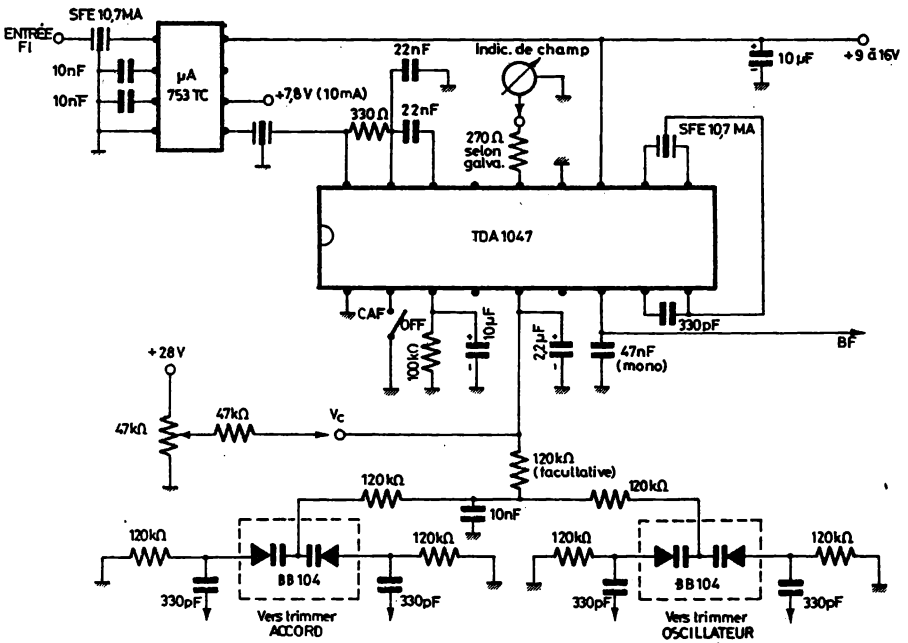


Fig. 2-21.

La **figure 2-21**, qui donne le schéma de tout le reste du récepteur, permet de constater la construction symétrique, assez inhabituelle en FM, du système d'accord à varicap. Ceci est dû à la constitution interne symétrique du SO42 P, qui utilise un modulateur en anneau et un oscillateur push-pull. Ceci est favorable à une bonne qualité du signal de sortie. Les diodes sont des BB 104 dont les deux moitiés sont montées tête-bêche afin de garantir la meilleure linéarité possible. Leur tension de commande provient d'un montage extérieur quelconque (simple potentiomètre ou dispositif de présélection), mais se voit corrigée par le circuit de CAF, aboutissant à la broche 5 du circuit intégré TDA 1047 Siemens. Celui-ci est un cousin du SO41 P utilisé jusqu'à présent mais comporte diverses fonctions supplémentaires dont cette CAF. Son gain est également plus important, ce qui n'empêche pas de lui adjoindre un μA 753 TC Fairchild. Ce dernier porte la sensibilité du récepteur à une valeur digne des meilleurs tuners de chaînes HiFi et permet, sans atténuation excessive, d'utiliser deux filtres céramique SFE 10,7 MA en cascade, ce qui garantit une excellente sélectivité. Un troisième filtre du même type fournit le signal déphasé nécessaire au fonctionnement du démodulateur du TDA 1047. Ce circuit très complet permet la commande d'un galvanomètre de mesure du champ et au besoin d'un second galvanomètre, à zéro central celui-là, servant à affiner l'accord, alimenté par la tension de CAF. Cette disposition ne s'impose pas en raison de l'efficacité de la CAF, efficacité telle que les stations faibles peuvent se trouver éclipsées par les plus fortes lors d'une recherche manuelle. Ceci peut être avantageux sur un autoradio, mais gênant sur un récepteur fixe, d'où la présence du commutateur d'élimination de la CAF, permettant une recherche des stations faibles, puis leur stabilisation par rétablissement de cette CAF.

Le signal BF est disponible sous une impédance inférieure ou égale à 1 kΩ sur la broche 7 du TDA 1047. En mono, un condensateur d'au moins 47 nF pourra assurer la désaccentuation si celle-ci n'est pas prévue plus loin dans la chaîne BF.

Nomenclature

1 SO42 P
1 TDA 1047
2 BB 104 ou BB 204
} Siemens

1 μA 753 TC Fairchild

3 SFE 10,7 MA Murata

3 ajustables 3/12 à 3/30 pF

1 4,7 pF
2 6,8 pF
1 10 pF
1 12 pF
1 33 pF
5 330 pF
2 2,2 nF
3 10 nF
2 22 nF
1 47 nF
} Céramique plaquette ou disque

1 2,2 μF
2 10 μF
} Chimiques 16 V

1 330 Ω
1 4,7 kΩ
1 100 kΩ
7 120 kΩ
} 1/4 W 5 %

Divers.

2 circuits imprimés

Réalisation pratique

Le récepteur est réalisé sur deux cartes imprimées en verre époxy simple face, de dimensions 62 x 102 mm, reliées par deux entretoises de longueur 10 mm et par dix fils rigides opérant les liaisons électriques nécessaires entre des pastilles situées en regard les unes des autres sur les deux cartes.

La **figure 2-3** donne le dessin du circuit porteur des bobinages imprimés, que nos lecteurs insuffisamment équipés auront intérêt à se procurer tout fait (adresse sur demande contre enveloppe timbrée). Cette carte sera équipée d'après la **figure 2-22**, des fils rigides nus (queues de résistances) étant soudés côté cuivre à angle droit sur le circuit, sur les pastilles repérées par un astérisque. Seuls deux straps sont prévus côté composants en plus du circuit intégré SO 42 P et des condensateurs céramique.

La seconde carte, gravée d'après la **figure 2-23** sera d'abord câblée selon la **figure 2-24**, puis enfilée sur les fils rigides de la carte du mélangeur. Le côté composants de la carte des **figures 2-23 et 24** fera donc face au côté cuivre de la carte des **figures 2-3 et 2-2**. A ce niveau, on réunira les deux cartes par deux entretoises **filetées** et quatre vis assurant la continuité de masse. Attention, des entretoises ordinaires associées à une vis et un écrou ne suffisent pas puisque les côtés cuivre ne se font pas face. Enfin, on achèvera de souder les 10 fils rigides sur la seconde carte.

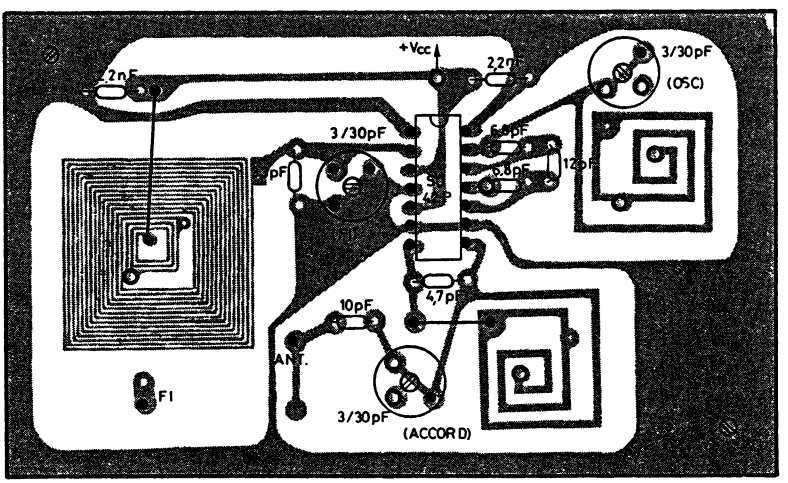


Fig. 2-22. — Modifications de la tête VHF.

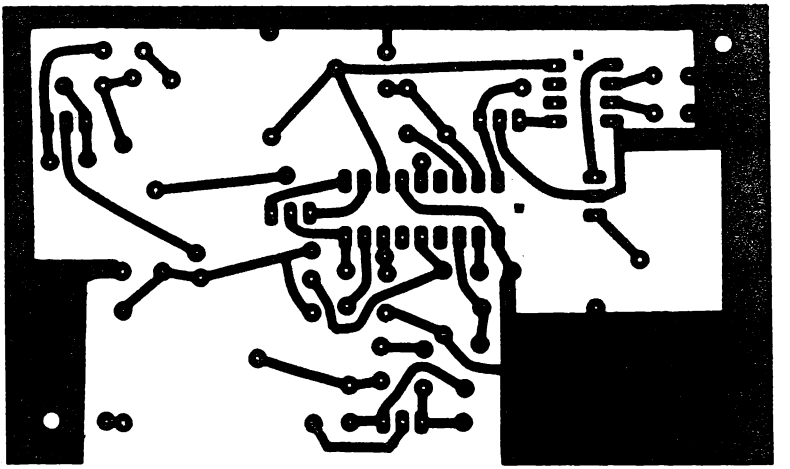


Fig. 2-23. — Circuit imprimé.

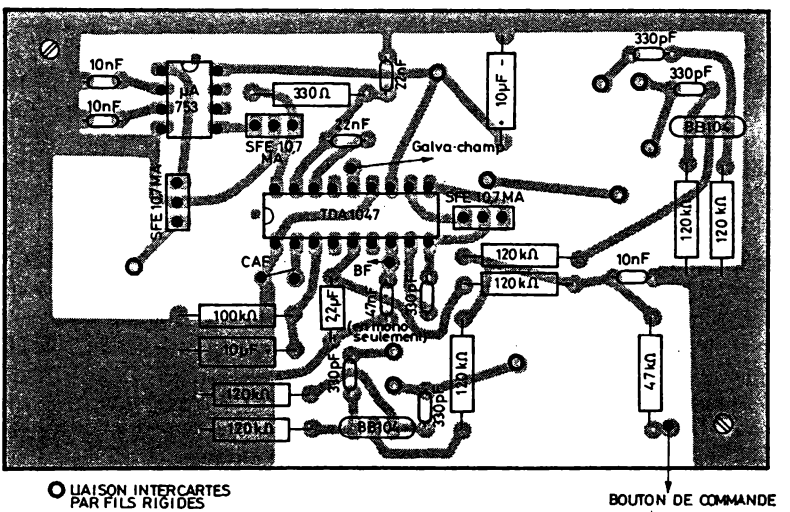


Fig. 2-24. — Plan de câblage.

Réglages

Brancher une antenne (par exemple un fouet télescopique) sur l'entrée de l'appareil et un ampli BF quelconque en sortie. Alimenter le circuit sous une tension d'environ 13,8 V et raccorder l'entrée « tension de commande » au curseur d'un potentiomètre de 10 à 47 kΩ (de préférence linéaire) alimenté entre masse et + 28 V. Pour les essais, on pourra se contenter du + 13,8 V, mais on ne couvrira alors pas toute la bande FM.

Tourner le potentiomètre d'accord jusqu'à percevoir une station. Confirmer l'accord au moyen des ajustables « accord » puis « FI » manœuvrés à l'aide d'un tournevis isolant. Identifier la station reçue et comparer la position du potentiomètre avec celle de l'aiguille d'un récepteur réglé sur cette même émission. Si le calage n'est pas correct, modifier la position du condensateur ajustable « oscillateur » et recommencer.

C'est sur ce même ajustable « oscillateur », qu'il conviendrait d'agir si aucune station ne pouvait être reçue lors de la première manœuvre du bouton d'accord.

Un repère intéressant pour le calage de la gamme de réception : dans de nombreuses régions (dont Paris) les P.T.T. diffusent sur 87,5 MHz environ, c'est-à-dire tout en bas de la bande FM, un signal audible d'environ 1 100 Hz fréquemment modulé par un « bip bip » d'appel sélectif. Bien qu'émis en AM, ce message est capté par les récepteurs FM et simplifie le repérage des fréquences sur un cadran non encore étalonné.

Conclusion

Très simple à réaliser, ce récepteur l'est également à utiliser. Fort peu sujet aux accrochages, il ne réclame que les précautions les plus classiques en matière de découplage d'alimentation et de branchement des masses. Aucun blindage n'est à prévoir sauf autour du convertisseur des varicaps si ce circuit est utilisé. Si un boîtier métallique est employé, on veillera à écarter d'au moins 2 à 3 cm de ses parois tout point de la carte « mélangeur » portant les bobines imprimées afin de ne pas fausser leur valeur.

La sensibilité de ce montage, sa grande souplesse d'adaptation aux sources d'alimentation, aux antennes et aux amplis BF les plus variés autorisent son utilisation dans les récepteurs fixes, portatifs ou les autoradios grâce à son excellent circuit de CAF et à la grande sélectivité qui est due à l'emploi de trois filtres céramique.

Montage n° 6

UN TUNER FM COMPLET ET... COMPACT

Ce montage est le résultat de tous les enseignements retirés de la réalisation et de l'utilisation des versions précédentes. Il en combine les principaux avantages sans en conserver, dans toute la mesure du possible, les inconvénients. Nous ne craignons pas d'affirmer qu'il est pratiquement impossible de faire mieux avec les moyens mis en œuvre.

Le schéma de principe

La **figure 2-25** montre que les composants auxquels nous sommes fidèle depuis le début de cette étude ont été réemployés. Le SO41 P peut de plus être remplacé par un TBA 120 S sans aucune modification. Des filtres céramique ont été utilisés chaque fois que la chose était possible, et les bobinages imprimés

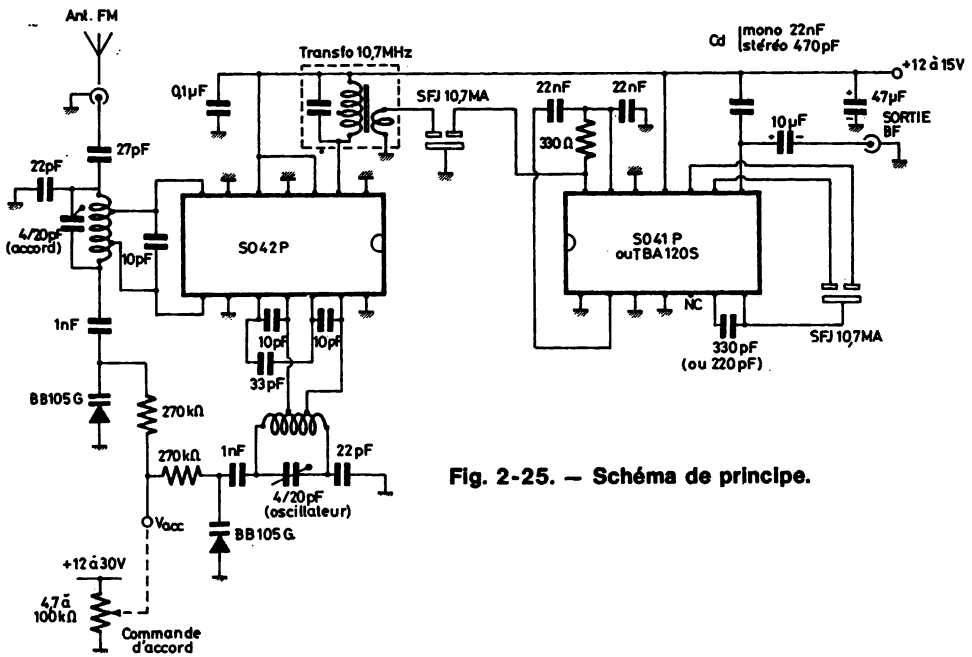


Fig. 2-25. — Schéma de principe.

ont cédé la place à des enroulements sur air (sans mandrin) et à un transfo 10,7 MHz du commerce. Le couplage des diodes varicap se fait de façon asymétrique, ce qui convient bien aux modernes BB 105 G, destinées à prendre de plus en plus la place des BB 104.

Réalisation pratique

Les dimensions du circuit imprimé de la **figure 2-26** sont des plus modestes (6 × 8 cm). On le tirera impérativement sur époxy pour des raisons tant électriques que mécaniques. Ce tracé ne contient aucun motif délicat à reproduire même par les procédés les plus primitifs. Dans toute la mesure du possible, on s'efforcera tout de même de ne pas s'écarter notablement du dessin publié.

L'implantation des composants d'après la **figure 2-27** est aussi simple que dans le cas de n'importe quel montage BF. **Il est toutefois essentiel de souder toutes les pièces au ras du circuit imprimé.** Par ailleurs on emploiera exclusivement des condensateurs céramique « disque » ou « plaquette » de tension de service inférieure à 250 V. On veillera à la bonne orientation des filtres céramique (point de couleur) et des diodes Varicap (vérifier à l'ohmmètre). On s'assurera que le transfo FI est bien un modèle 10,7 MHz (pour FM). Enfin, il n'y a pas d'inconvénient majeur à équiper les circuits intégrés de supports, que l'on choisira tout de même aussi plats que possible.

Nomenclature

Semiconducteurs :

1 × SO42 P
1 × SO41 P ou TBA 120 S } Siemens
2 × BB105 G

Filtres céramique :

2 × SFJ 10,7 MA Murata Stettner (Emile Joly SA)

Condensateurs :

3 × 10 pF
2 × 22 pF
1 × 27 pF
1 × 30 pF
1 × 330 pF
1 × 470 pF
1 × 1 nF
3 × 22 nF
1 ×0,1 µF
} Céramique disque ou plaquette 63 à 250 V

1 × 10 µF
1 × 47 µF
} Chimiques 25 V

2 × 4/20 pF ajustables

Résistances 5 % 1/4 W :

1 × 330 Ω
2 × 270 kΩ

Divers :

1 transfo FI 10,7 MHz 10 × 10 mm
1 circuit imprimé époxy
1 potentiomètre 4,7 à 100 kΩ A
fil de cuivre 0,8 mm
fil de câblage
alimentation 12 à 15 V.

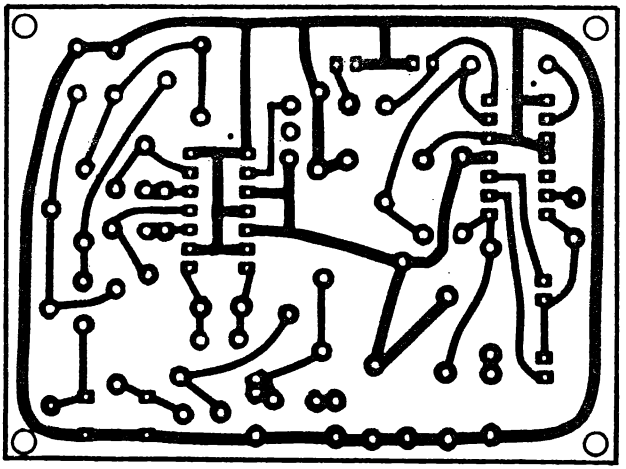


Fig. 2-26. — Circuit imprimé.

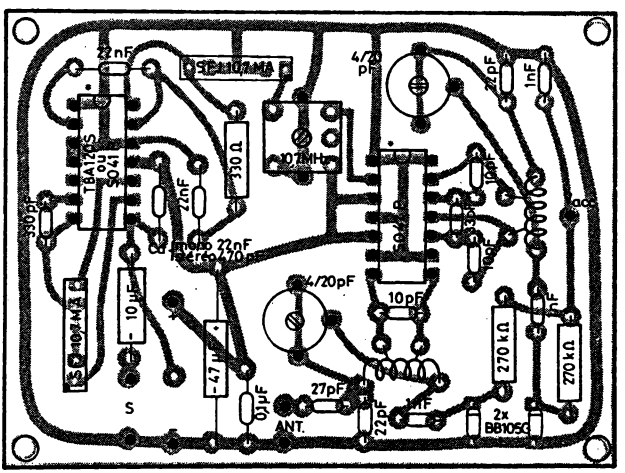
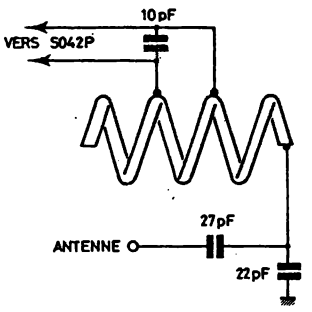


Fig. 2-27. — Plan de câblage.

Seul point réclamant un peu d'attention, la réalisation des deux bobinages VHF reste à la portée de tous. Il faut employer du fil de cuivre NU (ou dénudé) de diamètre 0,8 mm exclusivement. Il sera mis en forme sur un objet cylindrique de diamètre 8 mm exactement (de préférence un foret de perçeuse) d'après les indications de la **figure 2-28** qui peuvent d'ailleurs se résumer comme suit :

Réalisation des bobinages : 4 spires avec 2 prises intermédiaires. Fil de cuivre nu ou émaillé 8/10 bobiné sur un guide de ⌀ 8 mm (foret, stylo, etc.).

1. Bobinage d'accord.



2. Bobinage oscillateur.

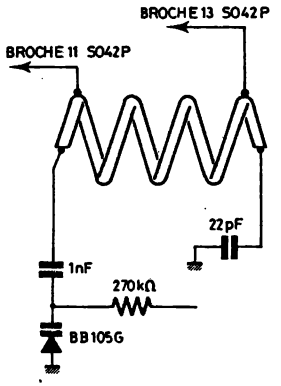


Fig. 2-28.

— bobiner exactement quatre spires en un petit « ressort » que l'on étirera ou comprimera de façon à pouvoir en enfiler les extrémités préalablement pliées dans les trous du circuit imprimé ;

— souder deux queues de résistances dans les deux trous restant libres en regard de chaque bobinage, les couper à 5 mm du circuit imprimé et les souder tangentiellement aux bobinages sur les deux spires extérieures pour le bobinage oscillateur mais sur les deux spires centrales pour le bobinage d'accord d'entrée.

Mise en service - Réglages

Connecter une antenne : dans les régions proches d'un émetteur, un fil de 20 cm donne déjà de très bons résultats, mais si l'on dispose d'une antenne FM extérieure, on raccordera son câble coaxial aux deux points prévus à cet effet (blindage côté masse).

Brancher un amplificateur BF ou un écouteur de 2000 Ω au minimum.

Raccorder le potentiomètre de recherche des stations et une alimentation 12 à 15 V (3 piles plates en série).

Placer le potentiomètre à mi-course et agir sur le condensateur ajustable « oscillateur » jusqu'à percevoir une station située en milieu de gamme. En cas d'insuccès modifier la position de l'ajustable « accord » et recommencer. Une fois ce résultat obtenu, on cherchera à obtenir la meilleure qualité sonore possible en retouchant, dans l'ordre :

— l'ajustable « accord » ;

— la vis du transfo FI ;

— le potentiomètre à titre de fignolage.

Le cas échéant, on pourra décaler la gamme reçue en agissant sur l'ajustable « oscillateur » mais ceci oblige à revoir le réglage de l'ajustable « accord ».

On constatera que ce module est peu sensible à la proximité d'objets conducteurs, ce qui permet de l'incorporer dans à peu près n'importe quel boîtier sans précaution particulière.

Conclusion

Utilisant des composants modernes, performants et facilement disponibles, ce tuner possède sous un très petit volume des possibilités des plus intéressantes. Les choix technologiques qui ont été faits aplanissent toutes les difficultés de réalisation et de mise en œuvre qui se présentent généralement en VHF. Même nos lecteurs débutants ne doivent pas craindre de se lancer dans cette réalisation, qui n'exige qu'un strict minimum de soin dans le câblage et la réalisation des deux bobinages.

III. Construction de récepteurs AM

Montage n° 7

UN RECEPTEUR AM A UNE GAMME, AU CHOIX

Nous avons déjà décrit dans ces pages de nombreux montages destinés à la réception FM, utilisant ou non des diodes varicap. Notre propos sera maintenant de compléter cette gamme de modules par un récepteur AM capable de recevoir n'importe quelle émission de fréquence inférieure à 30 MHz moyennant la réalisation des bobinages correspondants. L'intérêt du montage est qu'il n'exige que deux bobinages identiques par gamme d'onde, et que ces selfs peuvent être déterminées sans calcul compliqué, puis alignées sans aucun instrument de mesure, grâce au mesureur de champ incorporé à ce récepteur utilisant un unique circuit intégré et des diodes varicap spéciales pour l'AM.

Le circuit intégré TDA 1046 Siemens

Ce circuit intégré assez récent est le digne successeur du TCA 440. Au moment où nous écrivons ces lignes, il s'agit du plus perfectionné des circuits pour récepteurs AM comme la **figure 1-20** permet d'en juger. L'oscillateur local se contente d'un simple bobinage sans prise intermédiaire et peut être accordé au moyen de diodes varicap. Le mélangeur est de type multiplicatif, garantissant de hautes performances. Il peut être attaqué par l'ampli HF soit à travers un cir-

cuit accordé LC, soit au moyen d'un couplage capacitif. L'ampli HF, de conception symétrique, possède son propre circuit de CAG, agissant à partir d'un niveau d'entrée de 21 μV eff. Il ne saturera pas avant que ce niveau ne dépasse 200 mVeff. Au niveau de l'ampli FI, un seul transformateur de type courant est suffisant si un filtre céramique est utilisé. Ceci permet une grande simplification de l'alignement. L'ampli FI à trois étages dispose aussi de sa propre CAG. Un démodulateur très performant fournit au préampli un signal BF de bonne qualité, dont le niveau atteint, en sortie, facilement 500 mVeff.

Les deux tensions de CAG attaquent en outre un circuit spécial destiné à commander un galvanomètre indicateur de champ (S mètre). Ceci constitue une aide efficace lors de l'alignement, qui devient une simple formalité.

La triple diode Varicap BB113

Le composant « BB 113 » contient trois diodes varicap à cathodes communes et à anodes sorties séparément. La capacité de chaque élément pour une tension inverse de 1 V approche 300 pF, alors que la tension maximale supportable est de 32 V. Ces diodes peuvent être couplées en parallèle, ce qui permet de résoudre la plupart des problèmes d'accord en ondes longues, moyennes et courtes. La **figure 2-29** donne le brochage de ce composant fabriqué également par Siemens.

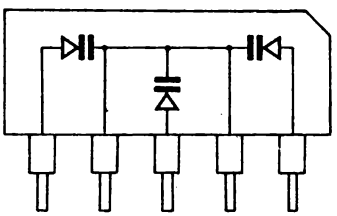


Fig. 2-29. — Brochage de la triple varicap BB113.

Le filtre céramique SFZ455 A

Le filtre céramique remplit, de façon incomparablement plus économique, les mêmes fonctions qu'un filtre à quartz. Le SFZ455 A Murata (disponible en France) est constitué de deux résonateurs piezoélectriques taillés pour 455 kHz. Un couplage capacitif extérieur permet d'obtenir une largeur de bande de ± 4,5 kHz à — 3 dB, habituelle en AM. La sélectivité obtenue par ce moyen simple et économique équivaut à celle des meilleures chaînes de circuits LC. La **figure 2-30** indique la configuration interne de ce type de filtre.

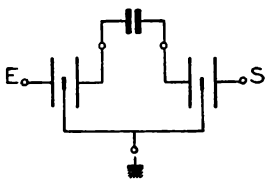
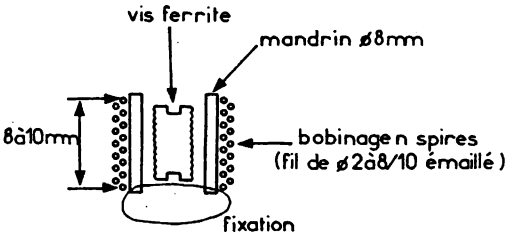


Fig. 2-30. — Schéma interne du filtre céramique SFZ 455A Murata.



$f = \frac{150}{n}$

f = fréquence centrale en MHz
n = nombre de spires

Fig. 2-31. — Détermination du nombre de spires des bobinages d'accord et d'oscillateur (identiques).

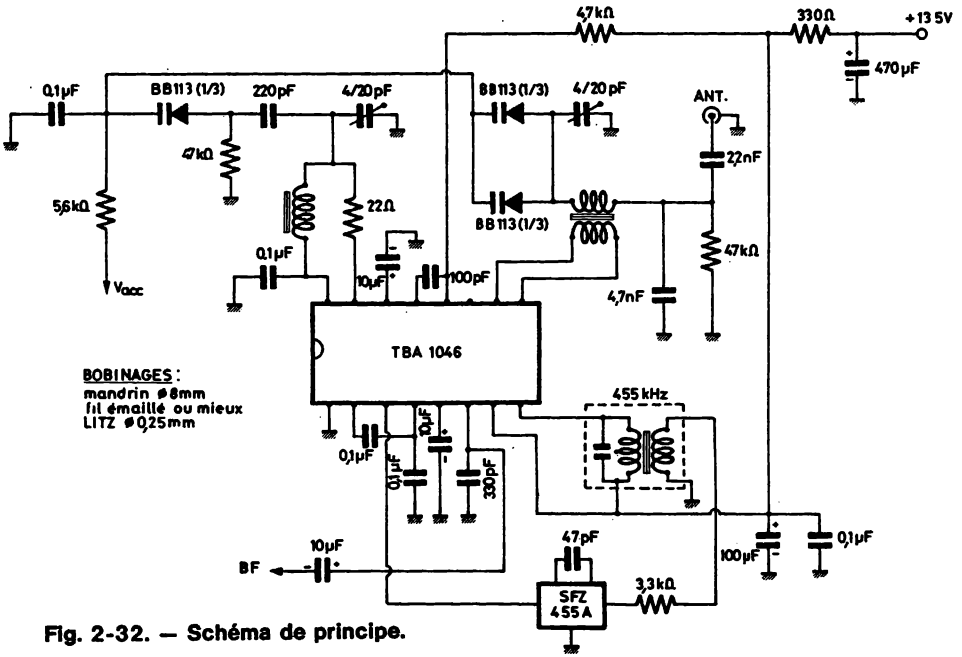


Fig. 2-32. — Schéma de principe.

Le schéma de principe du récepteur

La figure 2-32 montre la simplicité du montage extérieur au TDA 1046. La plupart des composants ne sont que des condensateurs de couplage et de découplage. L'association filtre céramique/transfo FI unique représente le meil-

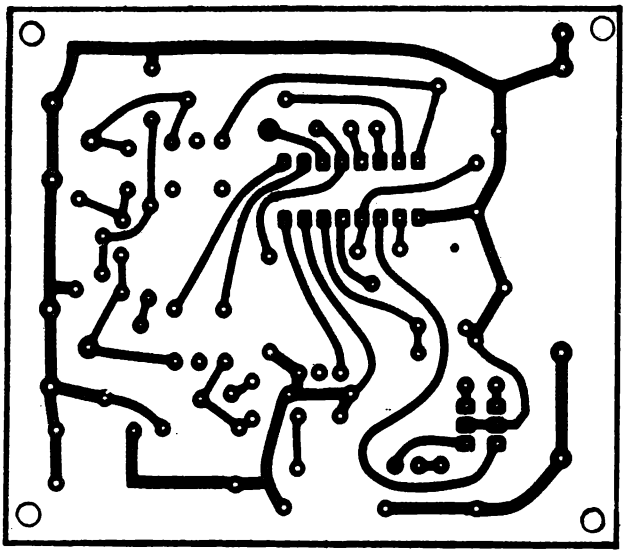


Fig. 2-33. — Circuit imprimé.

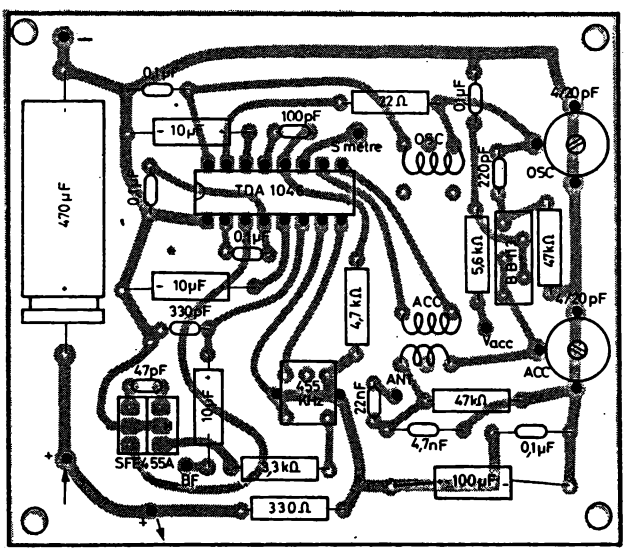


Fig. 2-34. — Plan de câblage.

leur compromis en matière de sélectivité et de réjection des fréquences-images. Le circuit d'accord utilise deux éléments de la BB 113, contre un seul pour l'oscillateur. Ceci ajouté au réglage des trimmers 4/20 pF permet d'utiliser des bobines identiques pour les deux circuits. L'entrée HF se fait sur les broches 9 et 10 du TDA 1046, à l'aide d'un enroulement de couplage de quelques spires bobinées sur la self d'accord.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la **figure 2-33**, câblé selon le plan de la **figure 2-34** regroupe tous les composants du montage. On veillera à l'orientation correcte du TDA 1046 et du SFZ 455, sa face portant le marquage étant repérée sur les plans par la lettre M. La BB 113 étant détrompée par cambrage des pattes, aucune erreur n'est à craindre à son sujet. Le transfo FI pourra être acheté tout fait ou récupéré. Il s'agit d'un modèle courant 455 kHz 7 × 7 mm.

La **figure 2-31** permet la réalisation des deux bobines d'accord et d'oscillateur pour toutes les gammes envisageables entre 100 kHz et 30 MHz. Le circuit a été calculé de façon à ce que le nombre de spires à bobiner s'obtienne par une simple division :

$$n = \frac{150}{F\ (MHz)}$$

Cette formule est valable pour un mandrin à vis de ferrite de diamètre extérieur 8 mm, bobiné sur une longueur de 8 à 10 mm avec du fil émaillé de 1 à 8/10. La fréquence f correspond au milieu de la gamme à couvrir et sera ajustée finement au moyen de la vis de réglage en ferrite. Il est ainsi aisé de réaliser des bobines convenant aux bandes GO, PO, OC, et même « chalutiers » ou « radiophares » pour les plaisanciers.

La commande des varicaps

La couverture des bandes définies par le choix des bobinages s'obtient en faisant varier la tension de commande Vc entre 1 et 27 V environ. Cette tension doit être aussi stable que possible. Lorsque seule une alimentation de 6 à 12 V est disponible on peut utiliser un convertisseur. On veillera à prévoir des blindages et des masses de qualité afin d'empêcher toute interférence due à ce convertisseur. Un simple potentiomètre de 47 kΩ suffit pour rechercher les stations, mais il est si simple de prévoir des dispositifs annexes qu'il serait dommage de s'en passer : un simple commutateur à touches donne accès au préréglage de stations et un potentiomètre de 100 Ω à 1 kΩ associé au 47 kΩ (en série côté masse) fournit une « loupe électronique » ou un « vernier de fréquence » très appréciable en ondes courtes.

Réglage

— mettre les noyaux des bobines en position médiane ;

— chercher une station au moyen du potentiomètre ;

— régler le noyau « accord » au maximum de son et du S mètre ;

— régler le transfo FI au maximum de son et du S mètre ;

— éventuellement modifier le réglage du noyau oscillateur et recommencer l'alignement. Au besoin, agir sur les ajustables.

Conclusion

Ce montage, pouvant être alimenté à partir de piles, batteries ou du secteur, permet la réalisation de nombreuses sortes de récepteurs fixes, portables, autoradios ou postes « marine » au prix d'un investissement négligeable et d'un minimum de travail. Son niveau de sortie élevé s'adapte à n'importe quel ampli BF ou directement à un casque 600 Ω.

Montage n° 8

UN RÉCEPTEUR AM A TROIS GAMMES

Ce montage dérive directement du précédent, en ce sens que le circuit imprimé est prévu pour recevoir trois jeux de bobinages qu'un commutateur rotatif extérieur permet de sélectionner. Les incidences que cette modification peut avoir sur le schéma de principe sont indiquées en **figures 2-35** et les plans de câblage sur circuit imprimé sont donnés sur les **figures 2-36 et 2-37.**

Il importe de relier le commutateur au montage par des fils aussi courts que possible.

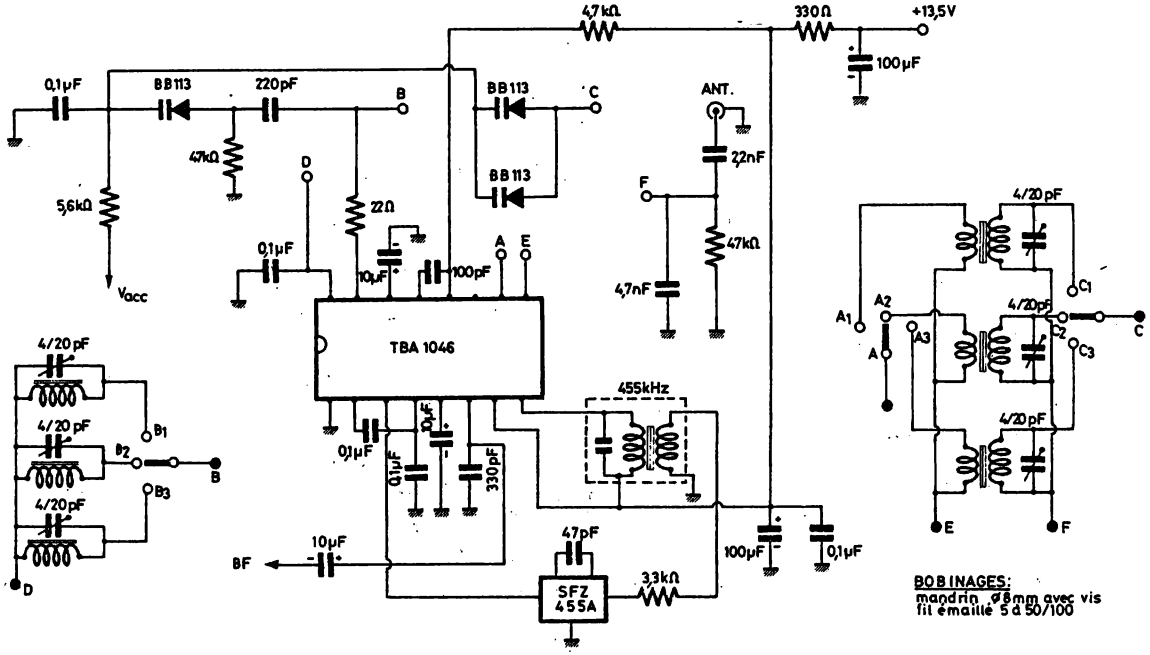


Fig. 2-35. — Schéma de principe.

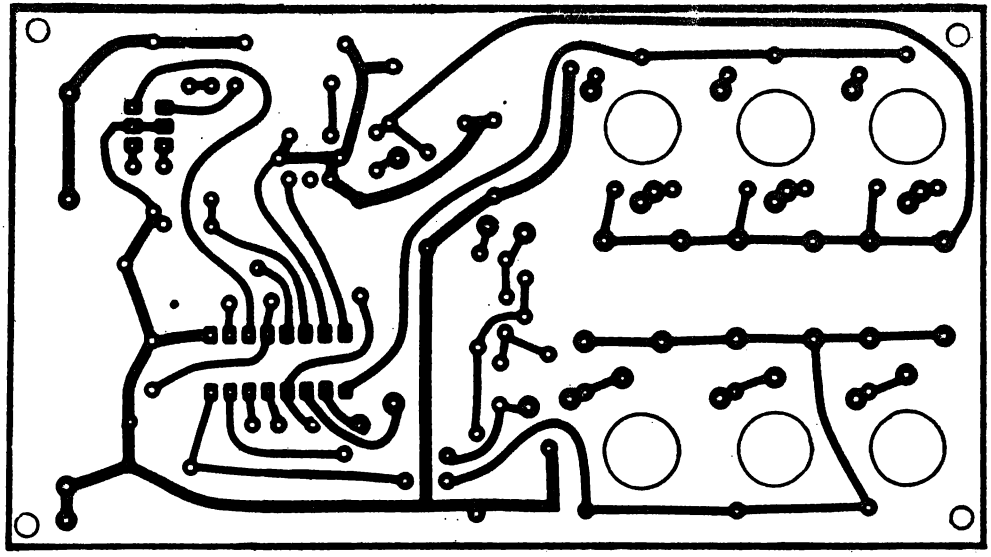


Fig. 2-36. — Circuit imprimé.

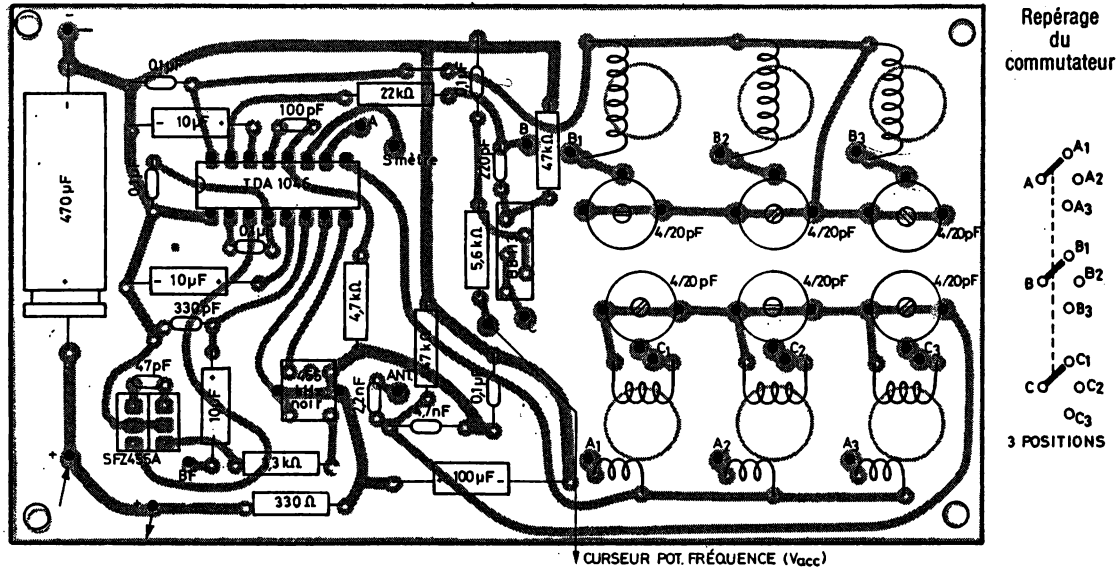


Fig. 2-37. — Plan de câblage.

CHAPITRE 3

RECEPTEURS DE « TELECOMMUNICATIONS »

Montages pratiques

Généralités

Contrairement aux récepteurs de radiodiffusion, les récepteurs de télécommunications ne servent pas à recevoir des émissions à caractère permanent et public, mais à réaliser des liaisons radiotéléphoniques en association avec des postes émetteurs. Ces pages s'adressent donc surtout aux radio-amateurs ou aux lecteurs désirant écouter les conversations de ceux-ci, souvent riches d'enseignements d'ordre technique [1]. Nos réalisations peuvent également servir à écouter les conversations d'exploitation de certains moyens de transports, notamment la marine et l'aviation, ce qui est très intéressant lorsque l'on « entend » un bateau ou un avion dont on peut simultanément observer les évolutions.

Il est bien certain que lors de l'utilisation ou du réglage de ces récepteurs, il peut arriver de sortir quelque peu des limites des fréquences prévues à l'origine, ce qui peut conduire à recevoir des émissions de caractère confidentiel (police, armée, utilisateurs privés, etc.).

Dans de tels cas, la réglementation invite de la façon la plus pressante l'auditeur importun à cesser l'écoute et punit sévèrement toute divulgation d'une conversation privée ayant pu être surprise par inadvertance.

Nous conseillons à nos lecteurs débutants de n'aborder la réalisation de ces récepteurs qu'après avoir construit avec succès au moins un des montages précédents. En effet, le réglage des récepteurs de télécommunications est beaucoup plus délicat que celui des récepteurs de radiodiffusion pour deux raisons :

— les émetteurs de télécommunications n'émettent pas en permanence : il faut parfois des heures de tâtonnements avant de parvenir à capter une émis-

(1) A condition de demander une licence d'« écouteur » aux P.T.T.

sion au début de la procédure de réglage, lorsque la sensibilité est encore très faible ;

— la réception s'effectuant à bande étroite, les réglages sont beaucoup plus pointus qu'en FM, ce qui rend nécessaire l'acquisition d'un certain doigté lors des réalisations précédentes.

Bien entendu, les lecteurs disposant d'un générateur HF ou pouvant en emprunter un seront très largement avantagés, bien que tous ces récepteurs soient étudiés de façon à pouvoir être réglés « à mains nues » au prix, il est vrai, d'une certaine dose de patience, sauf en ce qui concerne le récepteur 27 MHz, qui est piloté par quartz.

Rappelons également que la puissance des émetteurs de télécommunications est rarement supérieure à quelques dizaines de watts (contre quelques dizaines de kilowatts pour les émetteurs FM) et que les portées qu'ils permettent s'en ressentent très fortement (rarement plus de quelques dizaines de kilomètres sauf situation exceptionnelle des antennes).

Montage n° 9

UN RECEPTEUR VHF MARINE ET 144 MHz

L'écoute de la bande VHF marine (156 à 162 MHz), exploitée en FM de type 16F3 (canaux espacés de 25 kHz) se révèle extrêmement intéressante tant pour les plaisanciers que pour les habitants des régions côtières. La portée relativement faible des communications VHF présente l'intérêt que les navires dont on capte les émissions sont souvent à portée de vue, ou tout au moins de jumelles, ce qui permet d'effectuer d'intéressants recoupements entre leur trafic radio et leurs mouvements, ce qui n'est pas envisageable sur la bande « chalutiers ».

Les récepteurs destinés à recevoir le trafic VHF marine sont de conception voisine des récepteurs 144 MHz en ce sens que leur bande passante FI est beaucoup plus étroite que celle des récepteurs FM « radiodiffusion ». En effet, l'espacement de 25 kHz des canaux exige une bonne sélectivité, obtenue au détriment de la réponse en fréquence BF. Celle-ci reste toutefois du même ordre de grandeur qu'un canal téléphonique, ce qui permet une qualité sonore très correcte et de toute façon meilleure qu'en radiotéléphonie AM.

De nombreux récepteurs marine ou 144 utilisent des étages à superréaction, simples, sélectifs, et assez sensibles. Nous avons néanmoins décidé de franchir une étape dans les performances de réception en mettant à l'étude une version superhétérodyne. Dans cette étude, nous nous sommes attaché à garantir une grande simplicité de montage : pas de condensateur variable difficile à trouver

(accord par varicaps) pas de bobinages à réaliser et à ajuster (utilisation de bobines imprimées faciles à reproduire et de transfos FI standards).

De plus, la présentation sur un seul circuit imprimé rend le câblage aussi simple que celui de n'importe quel circuit BF. Le réglage, enfin, peut se faire sans le secours d'aucun instrument de mesure, sur une émission.

Fonctionnement de l'appareil

Le montage fait exclusivement appel à deux circuits intégrés, à l'exclusion de tout transistor. Un SO42P Siemens travaille en oscillateur-mélangeur. Nous avions jusqu'à présent toujours fait sortir ce circuit sur 10,7 MHz (réception FM à bande large). Il fonctionne ici en 455 kHz, d'où une réception à bande étroite, la sélectivité étant fixée par deux transfos FI extraits d'un jeu standard 10 × 10 mm Toko, ou équivalent facilement disponible ou récupérable. L'amplification FI et la démodulation FM sont confiées à un TBA 120S, circuit très courant et de bonnes performances.

Le schéma de principe

Le schéma de la **figure 3-38** montre le détail des différents circuits de ce montage :

Les bobinages d'accord et d'oscillateur étant imprimés, il est apparu souhaitable d'éviter tout enroulement de couplage nécessitant soit un dessin complexe, soit le recours à un circuit imprimé double face. Tous les couplages se

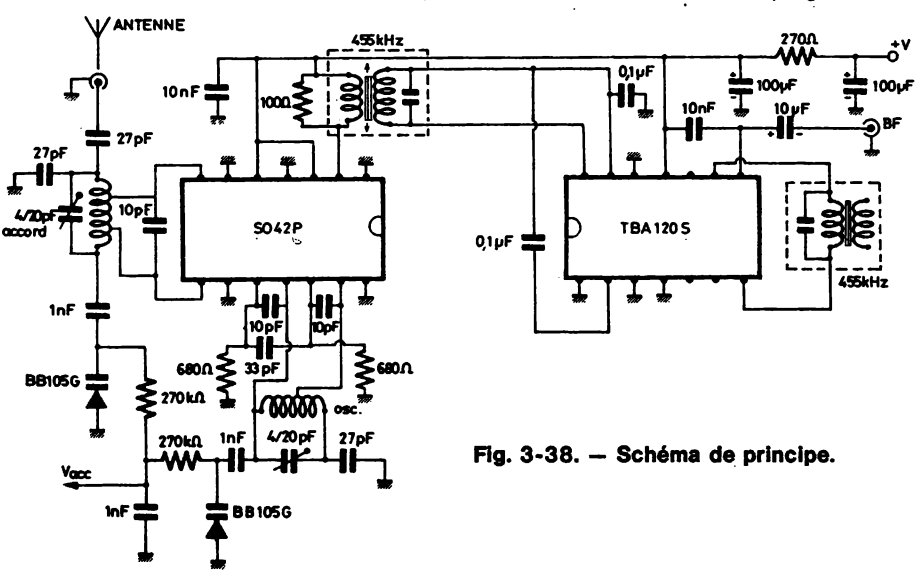


Fig. 3-38. — Schéma de principe.

font donc par prises, se traduisant au niveau du câblage par de courts straps rigides câblés côté composants. L'accord se fait par une seule varicap, alimentée entre 0 et 12 V, ce qui suffit à l'exploration complète de la bande marine. Le retour à l'autre extrémité du bobinage se fait via la masse par le condensateur inférieur d'un pont capacitif servant au couplage de l'antenne (pour le bobinage d'entrée seulement, bien sûr). On remarquera deux résistances de 680 Ω, inhabituelles avec le SO42 P. Elles viennent en parallèle sur deux résistances internes du circuit afin d'en augmenter la transconductance (voir schéma interne en **figure 1-9.** Ceci permet une meilleure oscillation lorsque la fréquence approche la limite de 200 MHz propre au SO42 P. De même, la résistance de 100 Ω en parallèle sur l'enroulement de couplage du transfo FI de liaison évite le décrochage de l'oscillation dans certaines conditions limites. L'enroulement accordé de ce transfo attaque le TBA 120 S qui amplifie fortement le signal et l'applique à un démodulateur accordé par le second transfo FI. Lorsque les transfos FI sont livrés par jeu, on choisira les deux premiers à l'exclusion de celui devant équiper l'étage de détection AM (diode).

L'alimentation de l'ensemble est prévue en 13,5 V, négatif à la masse (3 piles plates ou batterie de voiture ou de bateau). L'antenne pourra être un fouet télescopique, une antenne d'autoradio ou mieux un modèle spécialement taillé pour la bande marine ou, au besoin le 144 ou la bande III de TV.

Attention, la polarisation est verticale en marine, horizontale en 144.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la **figure 3-39** sera gravé sur verre époxy, pour des raisons de tenue en VHF. Les bobinages ont été conçus pour supporter une reproduction par des moyens « amateurs ». Il importe de respecter de très près la forme des pistes (largeur, courbure, etc.). Ne pas chercher à modifier le câblage pour utiliser des composants « fond de tiroir » de dimensions supérieures à celles de la maquette. Il est préférable d'utiliser des condensateurs céramique « disque » de tension d'isolement 50 ou 63 V, pas plus. Tous les composants seront câblés au plus court, le corps au ras du circuit imprimé. La valeur de 4/20 pF est impérative pour les condensateurs ajustables. C'est là une valeur courante, ne pas tenter d'utiliser d'autre valeur même voisine, le réglage deviendrait pénible, voire impossible. On veillera à ne pas chauffer exagérément les pattes des transfos FI, assez fragiles.

Pour des raisons de stabilité de fréquence, on logera de préférence ce module dans un boîtier métallique, tout en conservant un espace libre d'au moins 20 mm entre la carte et les parois du boîtier (montage sur entretoises). La prise d'antenne (BNC ou SO239) sera raccordée par un petit coaxial 50 ou 75 Ω. Elle pourra recevoir une fiche ou un fouet télescopique assez court (50 cm environ).

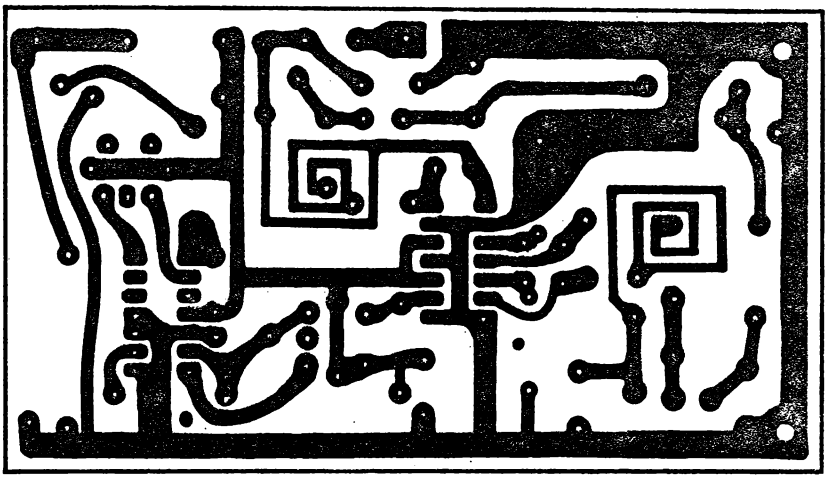


Fig. 3-39. — Circuit imprimé.

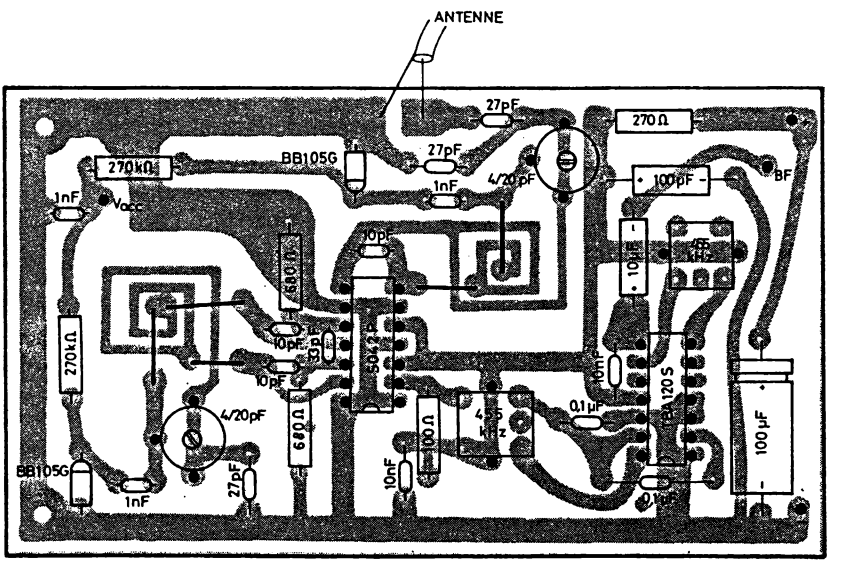


Fig. 3-40. — Plan de câblage.

Réglages

Selon la position des deux ajustables, le récepteur pourra couvrir la bande marine, la gamme 144 MHz ou encore toute bande « maison » à cheval sur les deux. Sur ces fréquences situées entre la bande « aviation » (exploitée en AM) et la TV bande III (exploitée en AM), suite au tout nouveau projet de quatrième chaîne, on rencontre toute une variété d'émissions et notamment des radiotéléphones publics ou privés (ambulances, taxis, médecins, transporteurs, services d'entretien, etc.). L'allocation des fréquences variant selon les régions, nous ne pouvons pas détailler beaucoup plus ces points de repère utiles à l'étalonnage du module. Par contre, nous allons reproduire en **figure 3-41** un tableau des stations côtières PTT relayant vers les navires en mer, sur voies VHF, les communications téléphoniques qu'ils échangent avec les abonnés du réseau terrestre. Ces stations sont relativement puissantes et présentent le gros avantage de travailler pendant de longues périodes ininterrompues, permettant un réglage précis. Lors du réglage, on cherchera à caler ces stations en haut de la gamme (fréquences les plus élevées correspon-

STATIONS		Voies utilisées par les navires pour appeler les stations côtières et écouler le trafic
D'exploitation	Télécommandées	
Boulogne-sur-Mer Radio (1)	Dunkerque	24 - 61
	Calais	1 - 87
	Boulogne	23 - 25
Rouen Radio (1)	Dieppe	2 - 24
	Le Havre	23 - 26 - 28 - 82
	Rouen - Basse-Seine	25 - 27 - 64
	Cherbourg	27
	Port-en-Bessin	3
Brest-le-Conquet Radio (1)	Plougasnou (N.-Finist.)	83
	Le Conquet	26 - 28
	Pont-l'Abbé (S.-Finist.)	27
	Paimpol	84
	Ouessant	24 - 82
Saint-Nazaire Radio (1)	Saint-Nazaire	23 - 24
	Saint-Malo	1 - 2
	Belle-Ile	25 - 87
	St-Gilles-Croix-de-Vie	27
	St-Herblain	28
Bordeaux-Arcachon Radio (1)	La Rochelle	21 - 26
	Arcachon	28 - 82
	Port de Bordeaux	27
	Royan	23 - 25
	Bayonne	24
Perpignan Radio		2
Sète Radio		25
Marseille Radio (1)	Port de Marseille	24 - 26
	Fos - Berre (Martigues)	27 - 28
	Toulon	25 - 62
	Ajaccio	24
Grasse Radio (1) (2)	Grasse	2 - 4 - 5
	Bastia	24
	Porto-Vecchio	25
Destrelian Radio (1)		25
Fort-de-France Radio (1)		26
Saint-Denis la-Réunion Radio (1)		26
St-Pierre-Miquelon Radio (1)		25

Fig. 3-41. – Stations ouvertes à la correspondance publique en radiotéléphonie sur ondes métriques (service manuel).

(1) Accepte les radiotélégrammes.
(2) Ouverture de 07.00 à 24.00 (heure légale).

dant aux voies 21 à 26), les autres trafics maritimes se trouvant sur des fréquences plus basses.

La procédure de réglage est la suivante :

– connecter une antenne appropriée et mettre l'appareil sous tension : un souffle doit se manifester dans le HP de l'ampli BF relié au montage ;

– placer le bouton de fréquence aux 3/4 de sa course, vers les fréquences les plus hautes ;

– agir sur l'ajustable « oscillateur » jusqu'à obtenir une réception, même faible. En cas d'insuccès, modifier le réglage de l'ajustable « accord » et recommencer ;

– améliorer la réception (minimum de souffle) en agissant sur l'ajustable « accord » ;

– fignoler le réglage en agissant sur les deux transfos FI.

Nota : le réglage de l'ajustable « oscillateur » étant assez pointu, on peut utiliser le bouton « fréquence » pour le réglage fin.

Montage n° 10

UN RECEPTEUR VHF BANDE « AVIATION »

La bande de fréquences comprise entre le haut de la gamme FM et le 144 sert de support au trafic VHF aviation.

On rencontre essentiellement sur ces fréquences les émissions de divers types de balises et d'équipements d'aide à la navigation (Vor, ILS, etc.), ainsi que les messages échangés en phonie entre avions et tours de contrôle. L'écoute de ces conversations est intéressante, car, limitée à de faibles distances, elle permet de suivre avec tous les détails souhaitables les mouvements d'approche et de décollage des appareils à proximité immédiate d'un aéroport. Les petites dimensions du récepteur dont nous allons décrire ici la réalisation permettent de le loger dans la boîte à gants d'une voiture (fonctionnement sur l'antenne de l'autoradio) voire dans une poche (utilisation d'une petite antenne-fouet télescopique).

Le schéma de principe

Le schéma de la **figure 3-42** montre la structure superhétérodyne du récepteur. Une moyenne fréquence de 455 kHz a été retenue afin de garantir à l'appareil la sélectivité indispensable à la réception d'émissions à bande relativement étroite. Deux circuits intégrés seulement remplissent toutes les fonctions HF :

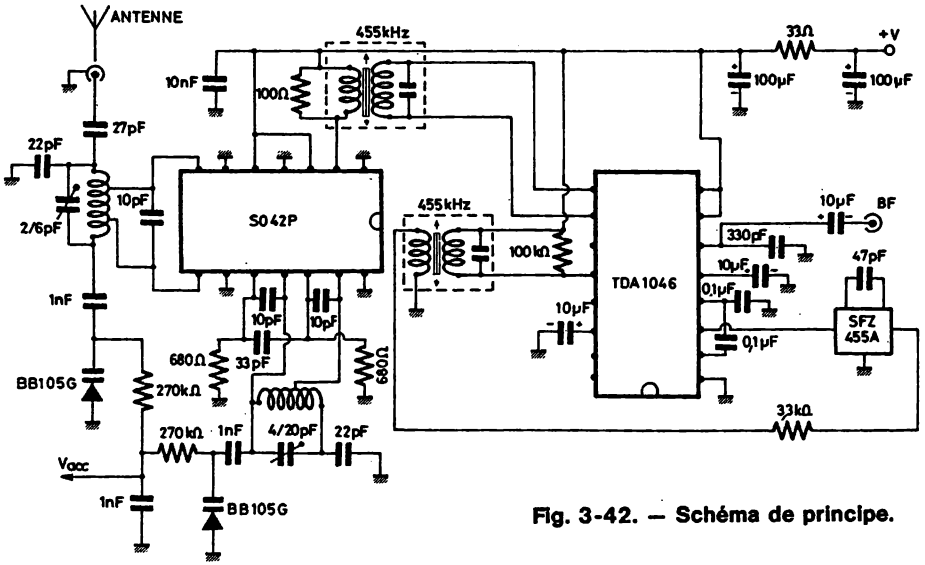


Fig. 3-42. — Schéma de principe.

— un SO42 P Siemens monté en oscillateur-mélangeur délivre la fréquence intermédiaire de 455 kHz aux bornes du premier transfo FI de type standard 7 × 7 mm ;

— ce signal attaque un TDA 1046 Siemens utilisé d'une façon quelque peu inhabituelle. Ce circuit intégré est en effet prévu pour réaliser l'ensemble des circuits d'un récepteur AM pouvant travailler jusqu'à 30 MHz. Il contient donc un ampli HF, un oscillateur-mélangeur, un ampli FI et un détecteur, le tout associé à des circuits divers (CAG, alimentation, mesure de champ, etc.).

Dans notre montage, l'oscillateur-mélangeur est inutilisé puisque sa fréquence de travail n'est pas suffisante. Cependant, l'ampli HF est utilisé comme premier étage FI. Une liaison par un second transfo FI et un double filtre céramique SFZ 455 A Stettner rejoint le véritable ampli FI suivi du détecteur.

L'accord sur la fréquence à recevoir se fait au moyen de deux diodes à capacité variable BB 105 G. Ceci évite le recours à un problématique CV et permet un accord par potentiomètre, démultiplié si nécessaire. La transconductance du SO42 P est augmentée au moyen de deux résistances extérieures de 680 Ω, afin de faciliter son fonctionnement sur des fréquences supérieures à 108 MHz.

Le transfo FI monté en sortie du SO42 P attaque en symétrique l'entrée du TDA 1046 dont le premier étage débite donc dans le primaire du second transfo FI lui même couplé par une 3,3 kΩ au filtre céramique assurant une sélectivité exceptionnelle à ce récepteur, tout en réduisant le nombre de réglages à effectuer.

Réalisation pratique

L'ensemble de l'appareil est câblé sur un seul circuit imprimé de dimensions très modestes. La **figure 3-43** montre que le montage fait appel à la technique des bobinages imprimés, sans pour autant compliquer la gravure de la carte grâce à des spires assez larges. Il importe de respecter scrupuleusement le dessin de la **figure 3-43**, celui-ci ayant été élaboré en tenant compte des impératifs propres aux câblages VHF.

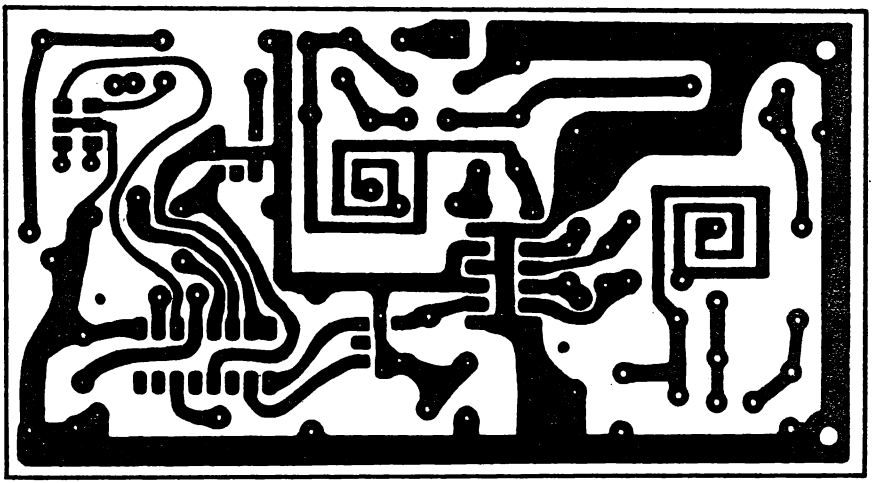


Fig. 3-43. — Circuit imprimé.

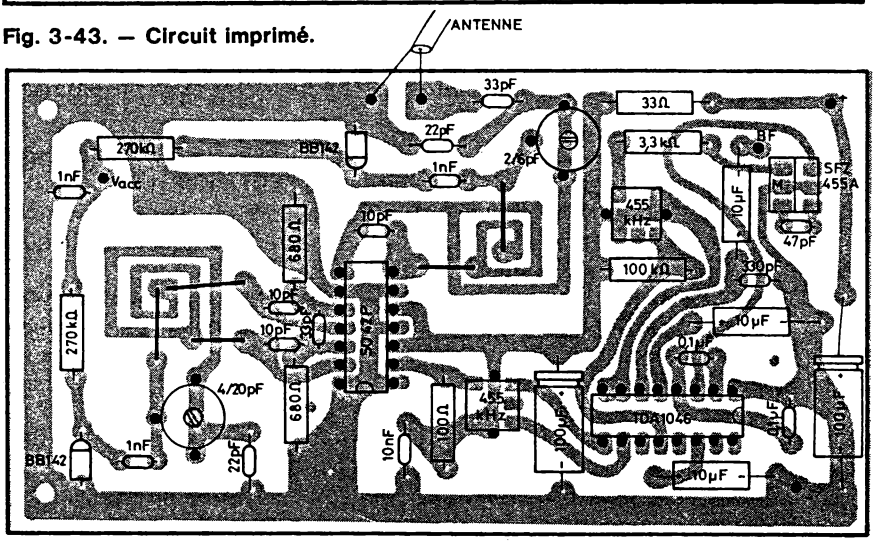


Fig. 3-44. — Plan de câblage.

En particulier, il ne faut pas modifier l'implantation pour permettre l'utilisation de condensateurs plus gros que prévus sur le plan de câblage de la **figure 3-44.** Le modèle préconisé est le condensateur céramique « disque » de tension de service 50 ou 63 V au maximum. Une tension de service plus élevée est absolument inutile et même nuisible car les condensateurs de plus gros volume deviennent selfiques et introduisent des capacités parasites avec leurs voisins ce qui peut mener à un échec complet de la réalisation.

Tout le câblage se fera au plus court, le corps des composants étant rigoureusement plaqué sur le circuit imprimé. On évitera de trop chauffer les circuits intégrés, les transfos FI et surtout les varicaps et le filtre céramique.

Réglage

La mise en service et le réglage de ce récepteur peuvent poser quelques problèmes, les réglages devant se faire sur une émission. En effet, les conversations en phonie sol/avion sont limitées à la durée minimum praticable, et restent relativement rares sauf en cas de très fort trafic (Paris). Il est donc préférable d'opérer les réglages à l'aide d'une balise. De nombreux équipements de ce genre sont disséminés sur le territoire, mais il importe de vérifier s'il s'agit bien de matériel d'aviation. Le plus simple est encore de s'approcher le plus près possible d'une installation ILS d'aéroport, généralement située en bout de piste (localizer) et dont les dimensions impressionnantes ne laissent aucun doute. On connectera une antenne et on alimentera le récepteur. Un souffle assez discret doit se manifester. Le potentiomètre de fréquence sera placé au quart inférieur de sa course (côté masse donc). On agira sur l'ajustable « oscillateur » (situé dans un des coins de la carte imprimée) jusqu'à recevoir le « bip bip » de la balise. On réglera ensuite l'autre ajustable (accord) pour améliorer autant que possible la réception et on terminera avec les noyaux des deux transfos FI (réglage assez flou). En cas d'insuccès, modifier la position de l'ajustable « accord » et recommencer.

Attention : les balises d'aviation sont généralement équipées d'antennes extrêmement directives et, à moins de se placer au beau milieu de la piste (!) on ne peut prétendre qu'à la réception d'un lobe secondaire, le plus souvent arrière. Il ne faut donc pas s'étonner d'une portée très réduite, surtout en ce qui concerne les premiers essais, récepteur encore mal aligné.

Pour ceux de nos lecteurs qui ne pourraient disposer d'une balise convenable, signalons qu'une vérification du fonctionnement du récepteur peut se faire sur le haut de la bande FM (98 à 100 MHz environ). La réception de la FM sur un tel récepteur AM se traduit par un son médiocre et un accord flou (émission à large bande) mais permet néanmoins une première vérification.

Enfin, notons que le réglage des ajustables étant assez pointu, le bouton de fréquence pourra servir de réglage fin. Tous les ajustements se feront bien sûr exclusivement au moyen d'un tournevis entièrement isolant pour ne pas influencer les circuits accordés.

Conclusion

Malgré ses petites dimensions, ce récepteur est capable de recevoir d'intéressantes émissions dans le voisinage d'un terrain d'aviation ou d'un « couloir de navigation ». La portée des communications VHF « air » est en effet assez réduite et affectée par les parasitages les plus divers à cause de l'exploitation en AM.

Le récepteur peut être utilisé sur antenne de toit, de voiture ou télescopique lorsque les conditions de réception sont favorables.

Montage n° 11

UN RECEPTEUR 80 MHz

Avec nos récepteurs « aviation » et « marine », nos lecteurs peuvent explorer toute la gamme de fréquences s'étendant du haut de la bande FM (108 MHz environ) jusqu'à plus de 160 MHz. Le montage décrit ici permet d'écouter la plage située en dessous de la bande FM, c'est-à-dire grossièrement entre 70 et 90 MHz, ce qui complète la couverture des bandes VHF que nos montages permettent de recevoir.

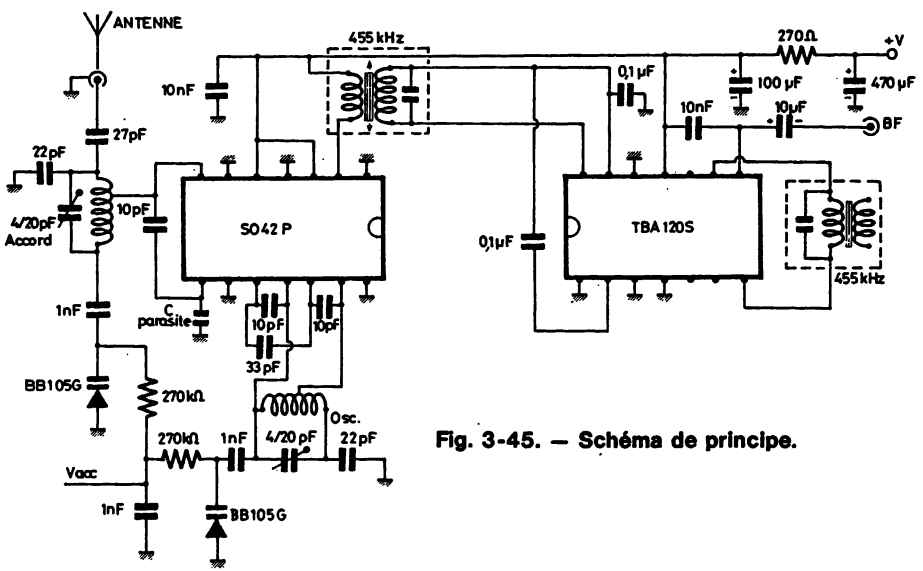


Fig. 3-45. — Schéma de principe.

Schéma de principe

La figure 3-45 montre que ce récepteur, travaillant en FM, est très voisin du montage n° 9. Les différences se situent au niveau de certaines valeurs de composants, du couplage asymétrique de l'entrée du SO42 P, et surtout de la valeur des bobinages imprimés représentés en figure 3-46.

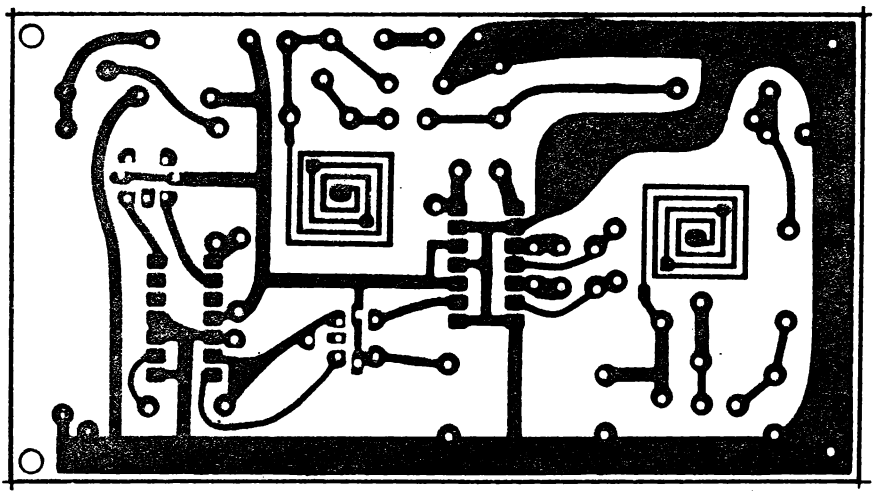


Fig. 3-46. — Circuit imprimé.

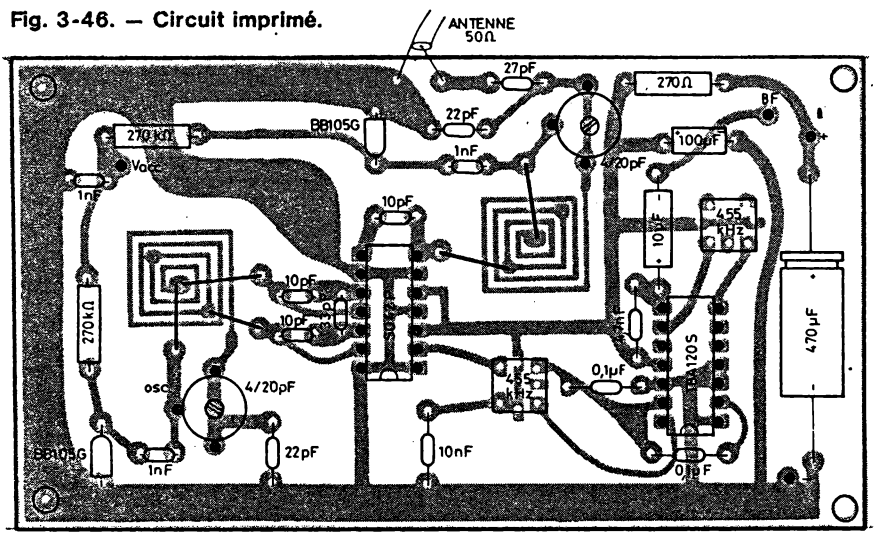


Fig. 3-47. — Plan de câblage.

Réalisation pratique

Le plan de câblage de la **figure 3-47** n'appelle pas de commentaires autres que ceux qui ont déjà été faits au sujet des réalisations précédentes. Le réglage est par contre facilité par l'existence des émissions « Eurosignal » des PTT sur 87,5 MHz, c'est-à-dire tout en haut de la gamme reçue. Rappelons que ces émissions, dont l'écoute ressemble à un sifflement interrompu par des trains de « bips » de fréquences différentes, constituent à la fois un excellent point de repère pour caler la gamme reçue et une preuve du fonctionnement du récepteur, dans l'attente de réceptions plus intéressantes.

Montage n° 12

UN RECEPTEUR A QUARTZ 27 MHz « CITIZEN BAND »

Même si sa définition légale varie beaucoup d'un pays à l'autre, la « Citizen Band » est bel et bien une réalité. Son écoute est donc particulièrement intéressante puisqu'entre ses limites de 26,965 à 27,405 MHz on rencontre toutes sortes d'émissions en phonie, provenant souvent de fort loin.

Les fréquences allouées à la radiocommande et aux « talkie-walkies » jouets tombant également dans cette bande, le récepteur très sélectif dont nous allons décrire ici la réalisation peut également servir à toutes sortes de vérifications lors du fonctionnement de modèles télécommandés.

Découpage de la « Citizen Band »

La **figure 3-48** donne la définition la plus communément admise de la « Citizen Band ». Elle ne prétend nullement être conforme à une quelconque loi ou normalisation mais présente l'avantage de « coller » exactement à la liste des quartz disponibles sur le marché. Les 400 kHz environ d'étendue de cette bande dans le spectre électromagnétique sont divisés en 40 canaux dont la largeur de bande est 10 kHz. Tout émetteur travaillant dans cette bande se doit donc d'être au moins piloté quartz ou mieux synthétisé afin de ne pas déborder de son canal. De même, tout récepteur « CB » doit être extrêmement sélectif étant donné l'affluence constatée sur ces canaux. Un oscillateur local piloté quartz et une platine FI à 455 kHz sont les moyens les plus simples d'obtenir cette sélectivité ainsi que la précision d'accord nécessaire. Par exemple, un récepteur destiné à surveiller la fréquence de radiocommande 27,125 MHz (canal 14) sera équipé d'un quartz marqué 27,125 — 0,455 = 26,670 MHz. Un récepteur devant permettre l'écoute du « grand boulevard » parisien 27,275 MHz («canal 27 ») nécessitera un cristal de 26,820 MHz et ainsi de suite.

Canal	Fréquence (quartz émission)	Fréquence — 455 kHz (quartz réception)
1	26965	26510
2	26975	26520
3	26985	26530
4	27005	26550
5	27015	26560
6	27025	26570
7	27035	26580
8	27055	26600
9	27065	26610
10	27075	24420
11	27085	26630
12	27105	26650
13	27115	26660
14	27125	26670
15	27135	26680
16	27155	26700
17	27165	26710
18	27175	26720
19	27185	26730
20	27205	26750
21	27215	26760
22	27225	26770
23	27235	26780
24	27245	26790
25	27255	26800
26	27265	26810
27	27275	26820
28	27285	28830
29	27295	26840
30	27305	26850
31	27315	26860
32	25325	26870
33	27335	26880
34	27345	26890
35	27355	26900
36	27365	26910
37	27375	26920
38	27385	26930
39	27395	26940
40	27405	26950

Fig. 3-48. — Les 40 canaux de la « Citizen Band ».

On pourra comparer la sélectivité d'un récepteur de ce type à celle des superréactions équipant les «WT» jouets, qui reçoivent allègrement les 40 canaux mélangés, sauf proximité immédiate de l'émetteur.

Conception du récepteur

La **figure 3-49** montre l'organisation d'ensemble de l'appareil. L'antenne attaque le mélangeur sans amplification préalable, mais après réduction de la bande passante à la seule étendue de 400 kHz nécessaire. Cette première sélection est opérée par un circuit LC, mais pourrait également mettre en œuvre un filtre céramique conçu à cet effet (SFE27 MA Stettner). L'oscillateur local travaille sur une fréquence inférieure de 455 kHz à celle de l'émission à recevoir.

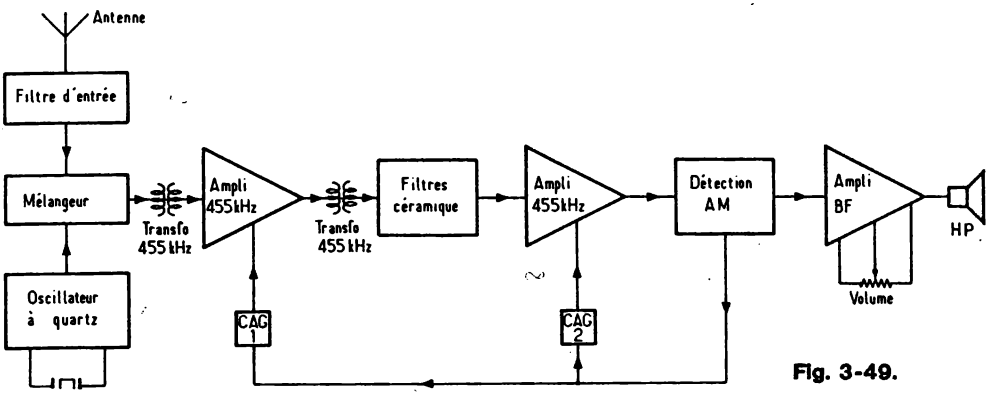


Fig. 3-49.

C'est donc cette fréquence qui caractérisera le quartz à utiliser. Le mélangeur débite dans un transfo 455 kHz qui sépare la FI utile de la fréquence somme apparaissant en même temps. Un premier ampli à CAG élève le niveau FI et attaque une chaîne à haute sélectivité composée d'un transfo et d'un filtre céramique multiple. Un second ampli FI à CAG amène ce signal à 455 kHz à un niveau suffisant pour le circuit de détection AM. Le dernier maillon de cette chaîne reste bien sûr l'ampli BF avec son haut-parleur. C'est à ce niveau que se situe la seule commande de l'appareil : le réglage du volume sonore.

Le schéma de principe

La **figure 3-50** montre les technologies retenues pour la réalisation de chacun des blocs fonctionnels de la **figure 3-49.**

Un circuit intégré SO42P Siemens fonctionne ici en oscillateur mélangeur, l'oscillateur étant piloté par quartz. Le circuit est extrêmement simple puisqu'il n'exige aucun bobinage accordé sur la fréquence locale. Un simple pont capacitif introduit avec le quartz la réaction sélective nécessaire à l'entretien de l'oscillation.

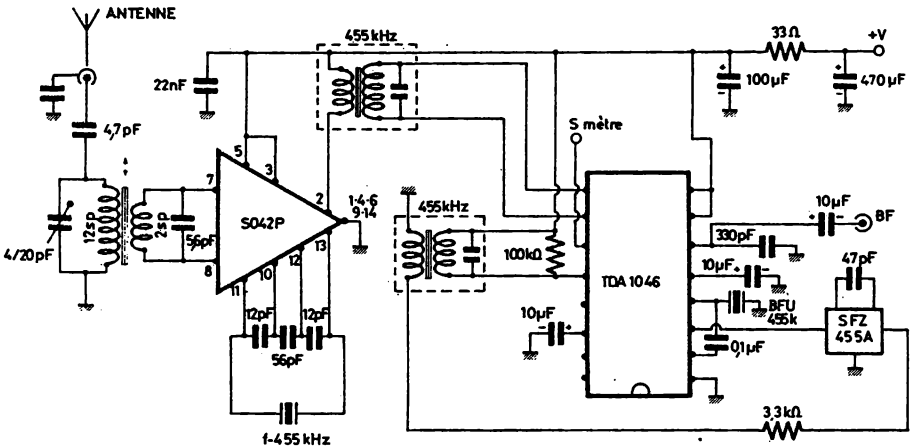


Fig. 3-50. — Schéma de principe.

Le premier ampli FI est réalisé autour de la section « HF » d'un TDA 1046 Siemens dont l'oscillateur et le mélangeur sont neutralisés. Il serait bien sûr possible de les conserver et de prévoir un double changement de fréquence (10,7 MHz et 455 kHz). Nous n'avons pas retenu cette solution en raison des problèmes quasi insolubles que ceci entraînerait au niveau de l'approvisionnement des quartz.

La liaison mixte transfo filtre céramique entre les deux amplis FI permet de profiter des avantages importants des résonateurs piézoélectriques (grande sélectivité, fréquence fixée à la fabrication avec une extrême précision) sans en subir les inconvénients (résonances parasites sur des fréquences différentes de 455 kHz).

Réalisation pratique

Un seul circuit imprimé de dimensions modestes regroupe l'ensemble des composants du montage, tout en réservant une place suffisante pour le montage éventuel d'une série de quartz commutables (récepteur multicanaux). La **figure 3-51** indique les gravures à réaliser et le plan de câblage apparaît en **figure 3-52**. On pourra éventuellement remplacer le filtre BFU 455 K par un 0,1 μF si la sélectivité exigée n'est pas trop élevée. Le filtre employé dans cette réalisation est de marque Stettner, les transfo FI seront du modèle 7 × 7 mm (marque Toko ou équivalente). Ces transfos étant souvent fournis par jeu de trois, on éliminera celui présentant une différence notable de résistance des enroulements (transfo de sortie des récepteurs courants qui pourra par contre être utilisé dans nos montages n^{os} 7, 8 et 19).

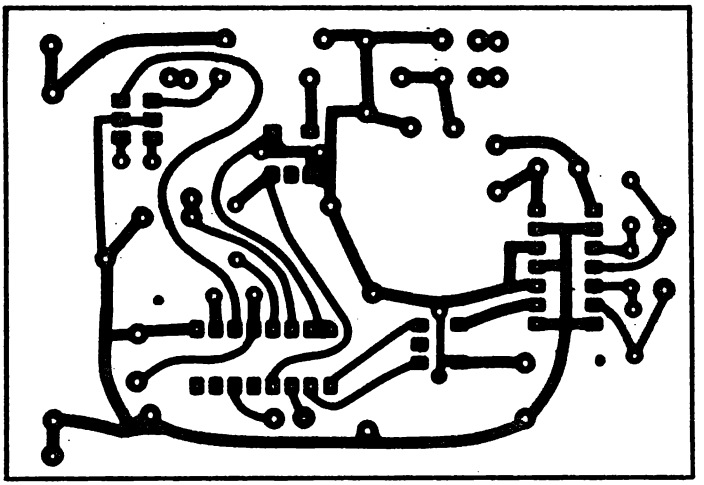


Fig. 3-51. — Circuit imprimé.

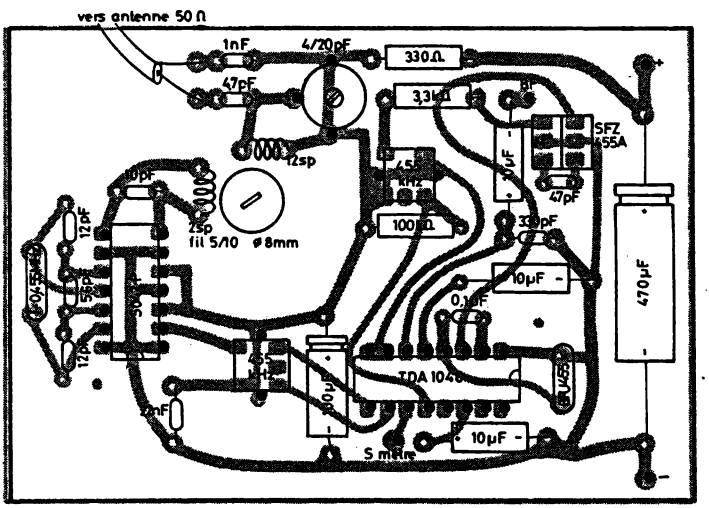


Fig. 3-52. — Plan de câblage.

Mise en service - réglages

Grâce à l'utilisation d'un quartz et de filtres céramique, le montage doit fonctionner dès sa mise sous tension et son raccordement à une antenne. On fignolera l'accord en ajustant **dans l'ordre :**

— le condensateur ajustable (circuit d'antenne) ;

— les noyaux des deux transfos FI.

Ces réglages se feront au maximum d'audition. On notera qu'un changement d'antenne nécessitera une légère correction de l'accord du CV pour un rendement optimal. Par contre, le changement de quartz n'exige aucune retouche dans les réglages.

Conclusion

Très simple à réaliser et à mettre en service, ce récepteur peu coûteux présente, vérification faite, des performances comparables à celles des radiotéléphones professionnels, grâce à l'emploi de composants modernes associés de façon très étudiée. C'est essentiellement à l'emploi systématique de filtres céramique qu'il doit sa grande sélectivité, qui lui permet de séparer parfaitement deux canaux adjacents même à proximité immédiate d'un émetteur puissant.

Montage n° 13

UN CONVERTISSEUR HF UNIVERSEL

Les convertisseurs sont d'un usage assez courant en réception d'amateur, car ils permettent, avec un minimum de matériel, de recevoir un maximum d'émissions.

Un convertisseur idéal permettrait, en le branchant entre une antenne et un récepteur quelconque, de recevoir n'importe quelle émission, quelle que soit sa fréquence, en combinant les réglages du récepteur et du convertisseur.

Notre but est ici de décrire un circuit « passe partout » permettant de réaliser toute une gamme de convertisseurs opérant sur les fréquences les plus diverses, et même de se rapprocher de ce convertisseur idéal en prévoyant plusieurs blocs de bobinages commutables. En effet, les trois circuits accordés rentrant dans la composition de ce dispositif sont les seuls éléments à modifier pour changer de bande de fréquence.

Signalons d'entrée que cette réalisation s'adresse aux lecteurs sinon chevronnés, du moins capables de calculer les bobinages rendus nécessaires par leur cas particulier. A ceux-là, ce montage permettra d'étendre largement les possibilités de certains des récepteurs précédemment décrits, ou de tout autre récepteur existant.

Principe de fonctionnement

Un convertisseur de bande utilise le même procédé de changement de fréquence que l'étage oscillateur-mélangeur d'un récepteur superhétérodyne classique : un mélangeur réalise un battement entre la fréquence incidente Fi et la fréquence locale $F\ell$ générée par un oscillateur dit oscillateur local, pour donner les composantes somme et différence Fi + $F\ell$ et Fi — $F\ell$

Un choix judicieux de $F\ell$ permet de faire tomber Fi + $F\ell$ ou Fi — $F\ell$ dans la gamme normalement couverte par le récepteur que l'on veut adapter à la fréquence Fi en provenance de l'antenne (réception par double changement de fréquence).

Si maintenant on désire balayer une gamme de fréquences autour de Fi, on peut au choix faire varier la fréquence de l'oscillateur local ou changer l'accord du récepteur, ou encore combiner ces deux procédés.

Le circuit décrit dans ces lignes et qui est reproduit à la **figure 3-53** fait usage du circuit intégré Siemens SO42P, réalisant les fonctions d'oscillateur et de mélangeur jusqu'à une fréquence de 200 MHz, ce qui couvre la quasi-totalité des bandes « amateur », y compris le 144 MHz, et plusieurs bandes commerciales intéressantes (aviation, marine, etc.). Ce circuit contient un modulateur en anneau, très utilisé en technique professionnelle, et un oscillateur symétrique à deux transistors servant de générateurs de courant au modulateur en anneau.

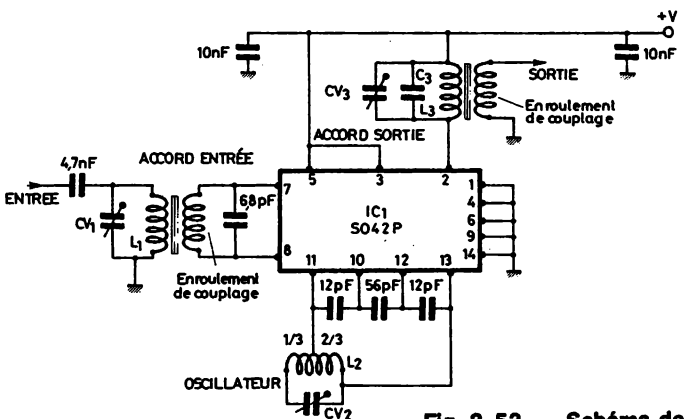
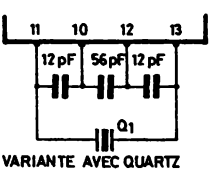


Fig. 3-53. — Schéma de principe.



Cet ensemble, alimenté symétriquement par le signal provenant de l'antenne, constitue donc un oscillateur-mélangeur de très haute qualité. Le schéma d'utilisation comprend trois circuits accordés : l'un sert à fixer la fréquence de l'oscillateur local, et peut être remplacé par un quartz si l'on désire un fonctionnement avec Fℓ fixe.

Le second réalise le passage dissymétrique/symétrique entre l'antenne et le modulateur en anneau, et le troisième sert à extraire la composante somme ou différence du produit du battement de Fi avec Fℓ. Ces deux derniers circuits, s'ils sont accordés avec soin, permettent d'obtenir les performances optimales du montage ; dans ce cas, bien sûr, il faut prévoir un condensateur variable extérieur à la place des ajustables d'origine si l'on désire balayer une large gamme de fréquences. Toutefois, dans les cas où une légère perte de sensibilité est tolérable, et spécialement en VHF, il est possible de disposer en entrée et en sortie des circuits très amortis, voire apériodiques (transfos sur perles de ferrite) et de caler l'oscillateur sur une fréquence fixe afin de balayer une bande de fréquence en agissant seulement sur la commande d'accord du récepteur.

De cette façon, par exemple, on peut balayer une partie de la bande III de télévision avec un récepteur FM normal associé à ce convertisseur.

Réalisation pratique

Le montage est câblé sur un circuit imprimé facile à reproduire, dans lequel des trous de 8 mm ont été prévus pour la fixation de mandrins destinés à supporter les bobinages accordés. On peut voir la face cuivrée de ce circuit à la **figure 3-54** et l'implantation des composants à la **figure 3-55.**

Si l'on choisit d'utiliser des transfos à perles de ferrite, ils seront réalisés en bobinant les spires de chaque enroulement dans une grosse perle cylindrique **(longueur 15 mm,** Ø 8 mm, Ø trou 4 mm). On utilisera alors du fil de câblage rigide assez fin.

La réalisation pratique des bobinages nécessaires ne pose pas de problème majeur : les enroulements de couplage ne comporteront que quelques spires, et la prise intermédiaire du bobinage oscillateur sera prévue au tiers du nombre de spires choisi (voir **figure 3-53).**

La détermination exacte du nombre de spires de chaque bobine se fera expérimentalement, sur des stations puissantes, ou mieux, avec un générateur HF/VHF modulé branché à l'entrée antenne.

Utilisation

Ce montage est à intercaler entre l'antenne et la prise antenne ou « antenne voiture » d'un récepteur AM ou FM suivant les émissions à recevoir. Surtout si la recherche des stations s'effectue au moyen du CV du récepteur, il faut débran-

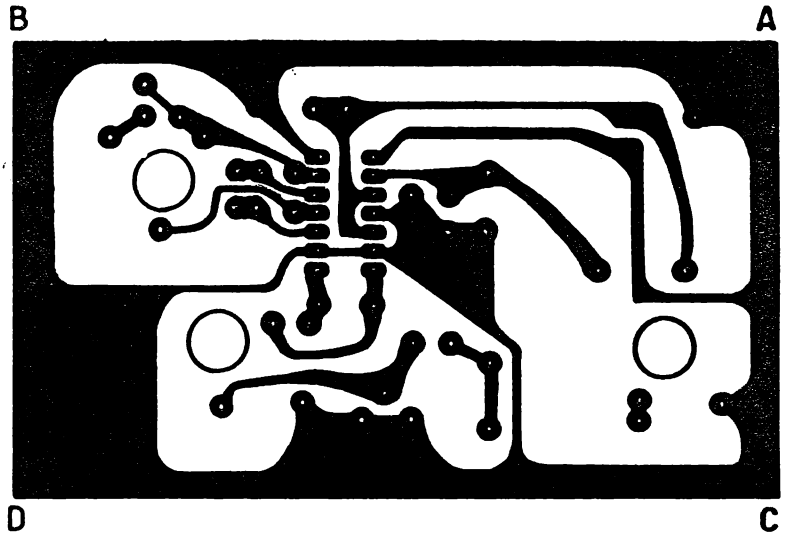


Fig. 3-54. — Circuit imprimé.

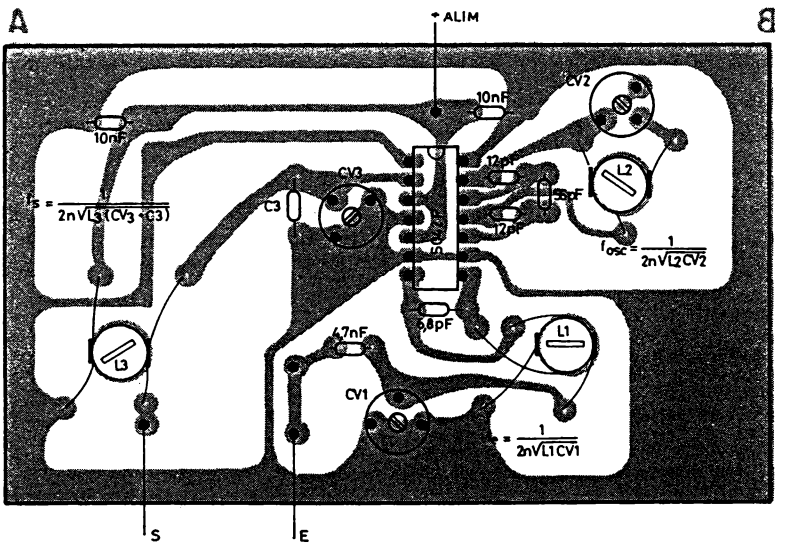


Fig. 3-55. — Plan de câblage.

cher toute antenne incorporée (télescopique, cadre ferrite, etc.) et blinder soigneusement le fil d'entrée. Le convertisseur sera avantageusement placé dans un boîtier métallique relié à la masse.

L'alimentation pourra se faire à partir du récepteur, à travers une résistance de 470 Ω à 4,7 kΩ (5 à 15 V, négatif à la masse). Un dernier point : il peut être utile d'intercaler un condensateur de 10 à 470 pF entre le convertisseur et la prise d'antenne du récepteur si cette dernière n'est pas isolée en continu.

CHAPITRE 4

MONTAGES PRATIQUES COMPLEMENTAIRES

Tous les récepteurs décrits précédemment peuvent théoriquement être utilisés immédiatement, en les alimentant au moyen de trois piles plates de 4,5 V et en leur raccordant un écouteur ou casque à haute impédance ou encore en les branchant sur l'entrée « auxiliaire » d'un amplificateur de chaîne HiFi.

Il est cependant plus confortable de doter ces montages de dispositifs d'alimentation secteur et d'amplificateurs BF indépendants.

Pour les récepteurs FM « radiodiffusion », il peut être agréable de disposer d'un décodeur permettant l'écoute des émissions stéréophoniques et, en radiotéléphonie, de pouvoir mettre en œuvre un circuit décodant les émissions de type BLU ou CW.

Enfin, l'utilisation très large de diodes à capacité variable en tant qu'éléments d'accord dans la majorité des réalisations proposées dans cet ouvrage permet d'envisager la mise en œuvre facile des circuits les plus divers d'assistance de la recherche des stations, du simple clavier à effleurement et préréglage jusqu'au synthétiseur de tension ou de fréquence. Ce dernier chapitre traite de la réalisation de tous ces accessoires dont l'importance n'est certes pas à sous-estimer.

I. Montages d'alimentation

Montage nº 14

UNE ALIMENTATION SECTEUR 13,8 V-1,8 A

Une alimentation destinée à équiper un appareil pour radio-amateur doit présenter, sans incidence notable sur son prix de revient, un certain nombre de caractéristiques bien précises :

— tension de sortie très bien régulée à 13,8 V, par exemple (tension nominale des appareils devant fonctionner sur batterie auto) ;

— protection contre les courts-circuits et les surcharges ;

— protection du montage alimenté en cas de défaillance d'un quelconque composant de l'alimentation ;

— possibilité simple d'augmenter le courant de sortie ;

— enfin et surtout, aucune influence sur le montage des champs HF intenses couramment rencontrés à proximité des appareils d'émission.

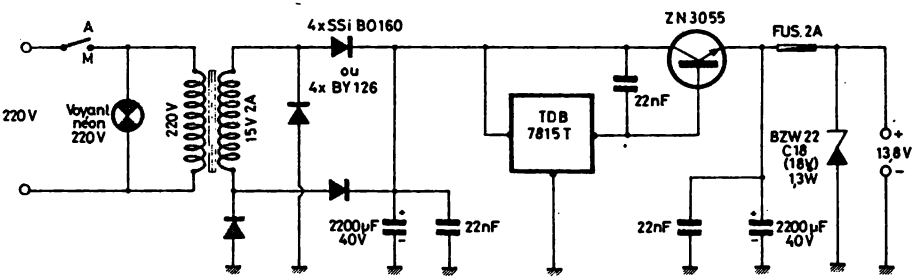


Fig. 4-1. — Schéma de principe.

Le schéma de la **figure 4-1** permet de suivre l'idée directrice exposée plus haut : un transfo de 15 V-2 A délivre, après redressement en pont et filtrage, une tension d'une vingtaine de volts permettant de réguler le 13,8 V avec une marge de sécurité correcte. L'élément régulateur est un circuit intégré à « 3 pattes » de type 7815. Il est prévu pour délivrer 15 V sous 1 A mais, associé à un 2N3055 en collecteur commun, permet de fournir 13,8 V sous un courant qui n'est limité que par le transfo, les diodes, et la dissipation du transistor. Il serait donc très facile de modifier ce bloc en vue de lui faire « sortir » jusqu'à 8 ou 10 A.

Un second filtrage élimine toute ondulation résiduelle en sortie, et précède un circuit de protection comportant un fusible (ici de 2 A) et une zener de 18 V-1,3 W. Celle-ci a pour fonction de faire fondre le fusible, sans subir elle-même de dommage, en cas de venue en court-circuit du 2N3055 ou du 7815, déconnectant ainsi la charge. La brève pointe de 18 V reste dans les tolérances des appareils appelés à fonctionner sur batterie de voiture chargée par alternateur.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la **figure 4-2** regroupe tous les composants montés en aval du transformateur. Bien que l'emplacement du 2N3055 **(fig. 4-3)** soit prévu pour les essais de la carte, on déportera ce transistor sur un refroidisseur efficace isolé de la masse. Eventuellement on pourra utiliser le boîtier, moyennant la mise en place d'un intercalaire en mica et d'un couvercle plastique. Il est généralement inutile de refroidir le 7815 qui peut cependant, dans les cas extrêmes, recevoir un petit clip radiateur.

Conclusion

Ce montage représente l'un des meilleurs compromis performances/coût en matière d'alimentation sur secteur des appareils prévus pour fonctionner sur batterie auto 12 V. D'autres tensions de sortie pourraient être facilement obtenues à partir des autres régulateurs de la série 7800, à condition de modifier en conséquence les caractéristiques du transfo et de la zener.

Nomenclature

Semi-conducteurs

1 × 2N3055
1 × TDB7815 T (15 V)
1 × BZW22C18 (18 V, 1,3 V)
références Siemens
4 X SS BO160 ou BY126

Condensateurs

2 × 2 200 µF 40 V
3 × 22 nF 250 V

Divers

1 transfo 15 V 2 A
1 interrupteur
1 voyant néon 220 V
1 porte-fusible pour CI
1 fusible 2 A lent ou rapide (suivant la charge)
1 coffret
2 bornes de sortie
1 cordon secteur
1 refroidisseur pour TO3 (si boîtier insuffisant)

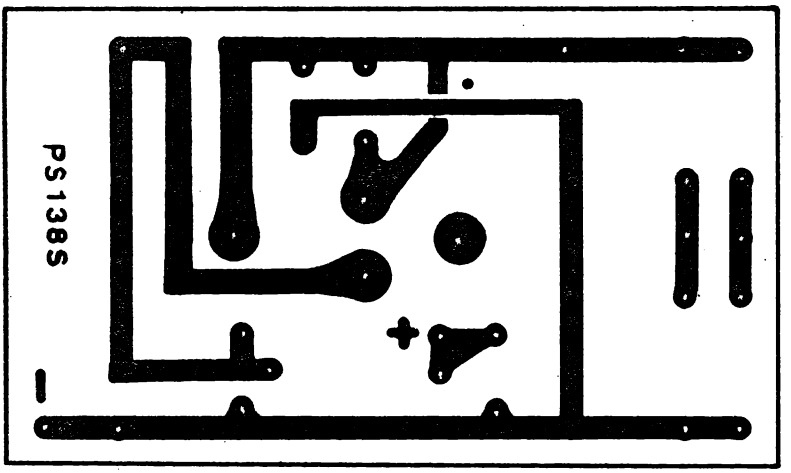


Fig. 4-2. — Circuit imprimé.

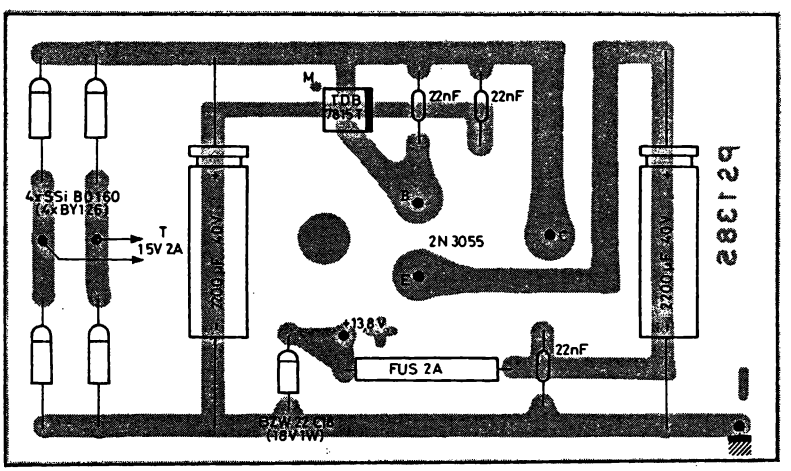


Fig. 4-3. — Plan de câblage.

Montage n° 15

UN CONVERTISSEUR 28 V POUR DIODES VARICAP

Le remplacement des condensateurs variables des récepteurs par des diodes varicap a marqué un net progrès dans la conception de ce genre d'appareils. Les avantages les plus évidents sont la réduction de volume et de poids, les possibilités de présélection, et la simplification mécanique. Les diodes à capacité variable modernes permettent d'accéder à un niveau de performances comparables à celui que l'on est en droit d'attendre des meilleurs CV.

L'inconvénient majeur de ces composants est la tension de polarisation assez élevée qu'ils réclament. Si dans les appareils « secteur » il est très facile de se procurer une tension stabilisée de 28 à 30 V, il n'en va pas de même en ce qui concerne les récepteurs autonomes alimentés par piles ou batteries. Dans le domaine des auto-radios 12 V, l'utilisation de diodes spéciales permet de se tirer d'affaire, mais le problème se pose avec acuité lorsque l'on ne dispose que de 6 ou 9 V (piles), encore que des progrès soient en cours dans ce sens. Le but de ces pages est de décrire la réalisation d'un convertisseur simple et peu coûteux, capable de délivrer une tension continue stabilisée à 28 V (ou toute autre valeur ne dépassant pas 30 à 50 V) et de rendement très élevé : la consommation des diodes varicap se chiffrant en microampères, il n'est pas question de prévoir pour leur alimentation un circuit consommant 50 mA. Les applications de ce montage ne se limitent pas à celle qui vient d'être annoncée, mais recouvrent tous les cas où l'on a besoin d'une tension de l'ordre de 15 à 50 V sous un très faible débit (inférieur à 2 ou 3 mA). Nous pensons en particulier à l'alimentation des circuits MOS et des afficheurs à cristaux liquides.

Principe de fonctionnement

Le schéma synoptique est donné à la **figure 4-4.**

La tension disponible (5 à 15 V, ou même moins dans certains cas spéciaux) alimente un oscillateur HF (quelques dizaines à quelques centaines de kHz,

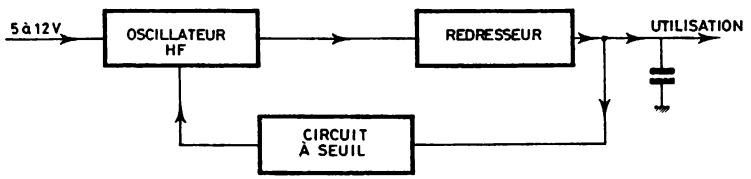


Fig. 4-4. — Synoptique général du convertisseur.

valeur non critique) équipé d'une self de très bonne qualité. La surtension que l'on obtient peut ainsi atteindre une valeur considérable (plus de 50 V eff pour 6 V alimentation).

Il suffit dès lors de redresser cette tension HF et de la filtrer pour obtenir une tension continue appréciable (80 V en ce qui nous concerne). Il est bien évident que le débit doit être faible afin de ne pas amortir par trop le circuit.

Le circuit de régulation compare en permanence à un seuil fixé la tension présente aux bornes d'un condensateur chargé par la tension de sortie et agit par blocage ou déblocage de l'oscillateur. Si aucune charge n'est branchée en sortie du montage, l'oscillateur fonctionne un court instant, puis s'arrête, cessant ainsi de consommer de l'énergie. Il ne redémarrera que lorsqu'une charge sera branchée en sortie. Le rapport de fonctionnement sera bien sûr d'autant plus grand que le courant de sortie sera plus élevé.

Le schéma de principe

Celui-ci est donné à la **figure 4-5.**

Le circuit oscillateur est équipé d'un transistor BC177 B, mis en état de réaction par un enroulement secondaire du transfo inséré dans le collecteur. Les sens respectifs de bobinage des deux enroulements sont déterminants pour le fonctionnement du montage.

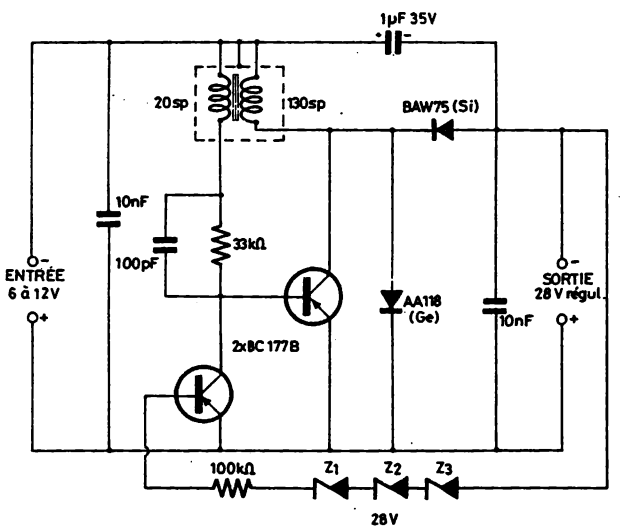


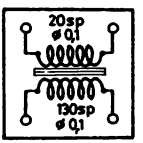
Fig. 4-5. — Schéma de principe.

Le circuit régulateur comporte un second BC177 B qui vient mettre à la masse la base du transistor oscillateur dès que la tension de sortie dépasse la tension d'amorçage de la chaîne de diodes zener qui constitue son circuit de base.

Le circuit redresseur utilise un principe voisin de celui des doubleurs de tension, en ce sens que la tension redressée s'ajoute à la tension d'entrée pour augmenter la tension de sortie d'autant. Le choix des transistors est assez critique ; la **figure 4-6** donne les caractéristiques du BC 177 B Siemens qui a été utilisé sur notre maquette. **Il est vivement conseillé de n'utiliser que ce type de transistor, à l'exclusion de tout équivalent approximatif.**

BC 177 B	
V_{CEO}	45 V
I_C	100 mA
I_B	50 mA
P_{TOT}	300 mW
h_{21E}	180 à 460
$V_{CE\ SAT}$	< 0,2 V
$V_{BE\ SAT}$	< 0,8 V
F_T	130 MHz
Complémentaire BC 107 B	

Fig. 4-6. — Caractéristique du transistor PNP BC177 B



Ensemble Oreor
K (AM) nº 1253
(vis verte) ou
Siemens B 65517
A0000 R030

Fig. 4-7. — Réalisation des bobinages
Fil de cuivre émaillé 0,1 mm.
Bobiner les deux enroulements dans le même sens. Premier point à vérifier si le montage ne fonctionne pas.

On remarquera à l'entrée et à la sortie des condensateurs de découplage de 10 nF évitant toute interaction avec les circuits HF voisins. On pourra le cas échéant prévoir un blindage supplémentaire anti-rayonnement.

Réalisation pratique

On commencera par bobiner 130 spires d'une part et 20 spires d'autre part de fil émaillé de Ø 0,1 mm à l'intérieur d'un pot pour transfos FI 455 kHz nº 1253 Oreor. On veillera à respecter les sens de bobinage permettant aux oscillations de prendre naissance.

Notons qu'un pot Siemens B65517 A 0000 R030 peut également être utilisé. On gravera ensuite le circuit imprimé représenté **figure 4-8** et on l'équipera selon les instructions de la **figure 4-9**. Si l'on désire que le point commun entre l'entrée et la sortie soit le — et non le +, il suffit de remplacer les BC177 B par leurs complémentaires BC107 B, de retourner le condensateur chimique de 1 μF ainsi que les diodes, et d'inverser les polarités d'alimentation.

Fig. 4-8. — Circuit imprimé.

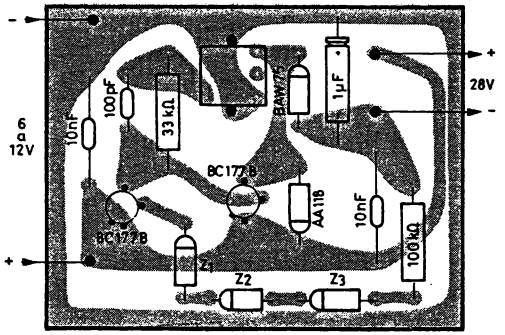


Fig. 4-9. — Plan de câblage.

Les trois diodes zener prévues peuvent évidemment être remplacées par une seule si l'on trouve directement la valeur correspondant à la tension de sortie désirée. Si l'on tient à ajuster cette dernière à moins de 1 V près, on pourra monter, toujours en série, mais en sens inverse des diodes normales, au germanium ou au silicium, dont le seuil direct peut être utilisé au même titre qu'une tension de zener.

Le montage doit fonctionner dès la dernière soudure achevée, sans aucun réglage. Dans le cas contraire, vérifier les bobinages et, au besoin, modifier la valeur de la capacité de 100 pF surtout si, malgré les recommandations précédentes, d'autres transistors que des BC177 B ont été utilisés.

Avec une tension de sortie de 28 V, on peut sans variation de tension décelable connecter une charge de 10 kΩ, ce qui correspond par exemple à cinq potentiomètres de présélection de 47 kΩ. Le débit atteint alors 2,8 mA, valeur qui ne peut guère être dépassée, mais qui suffit amplement pour toutes les applications envisagées.

II. Montages basse fréquence

Montage nº 16

UN AMPLIFICATEUR BF DE MOYENNE PUISSANCE

Utilisation du TDA 1037 Siemens en ampli BF

Ce circuit intégré fait partie de la gamme de composants pour récepteurs AM/FM que tous les constructeurs développent maintenant, chacun avec ses originalités. Le TDA 1037 a été présenté pour la première fois au Salon des composants 1976. Il présente de nombreuses particularités fort intéressantes :

— gamme de tension d'alimentation 4 à 28 V (piles, batteries, secteur) ;

— puissance efficace : 5 W (14 V 4 Ω ou 18 V 8 Ω), 5,5 W (24 V 16 Ω), maximum 8 W ;

— protections efficaces ;

— sensibilité 80 à 150 mV suivant puissance de sortie ;

— boîtier « single in line », équivalent à un DIL à 18 broches dépliées dont 9 broches sont réunies en une ailette de refroidissement.

La **figure 4-10** donne le schéma de principe du circuit d'utilisation qui permet d'obtenir une puissance de sortie très confortable sur un HP de 4 Ω, l'alimentation étant confiée à une petite batterie de 6 V, même un peu déchargée.

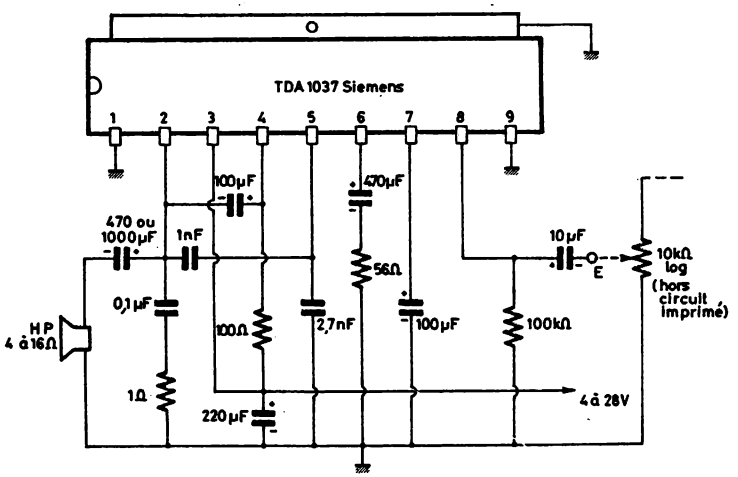


Fig. 4-10. — Schéma de principe.

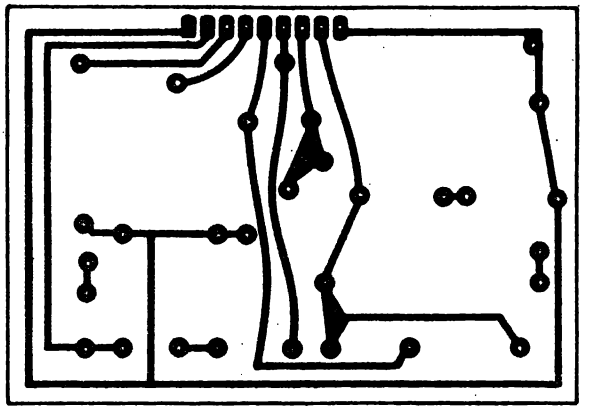


Fig. 4-11.
Circuit imprimé.

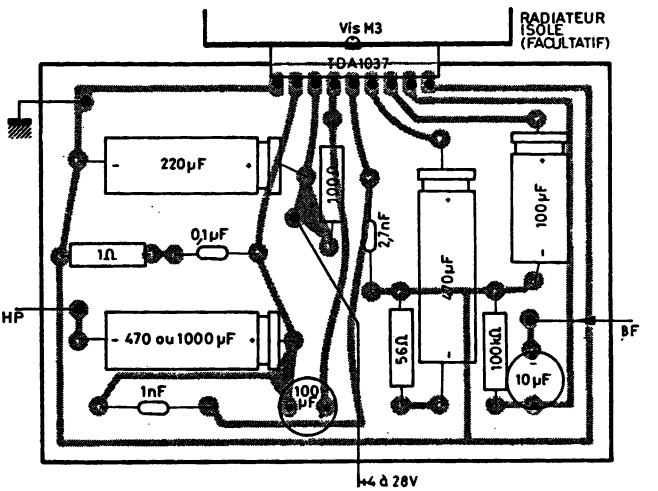


Fig. 4-12.
Plan de câblage.

Nomenclature

1 circuit intégré TDA 1037 Siemens
1 potentiomètre 10 kΩ LOG

Condensateurs chimiques 10 V

1 × 470 µF ou 1000 µF
1 × 470 µF
1 × 220 µF
2 × 100 µF
1 × 10 µF

Condensateurs céramique ou plastique

1 × 1 nF
1 × 2,7 nF
1 × 0,1 µF

Résistances 5 % 1/2 W

1 × 1 Ω
1 × 56 Ω
1 × 100 Ω
1 × 100 kΩ

Le câblage de ce module s'effectuera sur un circuit imprimé conforme à la **figure 4-11** que l'on équipera d'après la **figure 4-12.** En 6 V, il n'est pas nécessaire de prévoir un radiateur. Celui-ci ne s'avérerait utile que pour une tension d'alimentation plus élevée, par exemple le 13,5 V utilisé sur tous nos récepteurs. Un morceau de 5 × 5 cm de tôle d'aluminium 15/10 convient alors très bien.

Montage n° 17

UN AMPLIFICATEUR BF DE FORTE PUISSANCE

Ce second module BF est une application du récent TDA 2030, circuit intégré BF de puissance présentant l'avantage d'être fabriqué par plusieurs marques dont SGS, Siemens et Thomson, d'où une excellente disponibilité à des prix très abordables.

Côté technique, le TDA 2030 permet des réalisations de qualité, témoin ce petit module « passe-partout » capable de délivrer de quelques centaines de milliwatts jusqu'à 15 W, selon la tension d'alimentation, et s'accommodant de toutes les impédances de charge usuelles. Il est très commode de garder quelques modules de ce type à portée de la main, tant pour les dépannages que pour les « réalisations express ».

Le schéma de principe

Le schéma de la **figure 4-13** est directement dérivé du plan-type diffusé par les fabricants du TDA 2030.

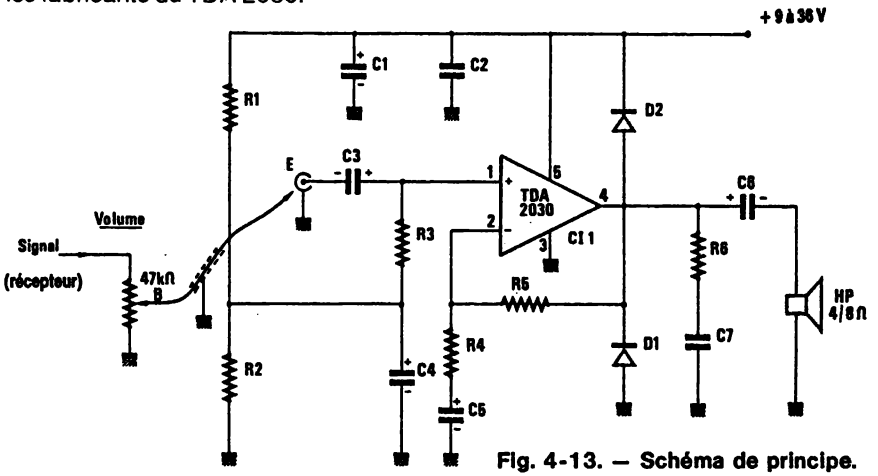


Fig. 4-13. — Schéma de principe.

Nomenclature

Résistances
1/4 W sauf mention contraire
R_1 : 100 kΩ
R_2 : 100 kΩ
R_3 : 100 kΩ
R_4 : 4,7 kΩ
R_5 : 150 kΩ
R_6 : 1 Ω 1 W

Condensateurs
C_1 : 100 µF 40 V C_5 : 2,2 µF 25 V
C_2 : 0,1 µF 250 V C_6 : 2 200 µF 40 V
C_3 : 2,2 µF 25 V C_7 : 0,22 µF 250 V
C_4 : 22 µF 25 V

Circuit intégré
CI_1 : TDA 2030 Siemens ou SGS ou Thomson

Autres semi-conducteurs
D_1 : 1N 4004
D_2 : 1N 4004

Divers
1 potentiomètre 47 kΩB (voir texte)
1 refroidisseur (voir texte)

Il s'agit d'un très classique « ampli non inverseur », rendu réalisable grâce à la structure d'ampli opérationnel du TDA 2030.

C'est donc la résistance de 150 kΩ qui fixe le gain en tension du module, qui pourra très facilement être modifié en fonction des exigences de l'application envisagée.

On reconnaît le pont diviseur 100 kΩ / 100 kΩ fournissant la « masse fictive » nécessaire au TDA 2030 pour fonctionner sous tension d'alimentation unique, deux diodes de protection des étages de sortie, et la classique cellule de Boucherot (1 Ω/0,22 µF) limitant l'ardeur du circuit vers les hautes fréquences.

Les protections internes du TDA 2030 sont extrêmement énergiques, et, dans la configuration retenue, il n'est guère possible d'en venir à bout par des moyens loyaux. L'absence de HP en sortie, l'utilisation de HP d'impédances inhabituelles, le court-circuit de la sortie et même le fonctionnement sans refroidisseur sont autant d'épreuves parfaitement supportées par le circuit intégré.

Précisons cependant que ces situations sont anormales et entraînent obligatoirement un fonctionnement plus ou moins défectueux (distorsion, puissance réduite, etc.), puisque les protections limitent automatiquement courant et tension de sortie de façon à éviter tout échauffement excessif.

Il faut donc absolument équiper le TDA 2030 d'un refroidisseur en rapport avec la puissance qu'il est prévu de lui demander. Ce n'est que pour des puissances inférieures au watt (alimentation 9 V par exemple) que l'on pourra éventuellement s'en dispenser.

On remarquera que, dans de telles configurations, un échauffement notable du CI à vide trahit presque toujours une oscillation HF parasite, suite à des connexions trop longues, mal blindées, à des boucles de masses, ou à de mauvais découplages, fautes dont les conséquences sont encore plus graves côté radio !

Réalisation pratique

Nous avons dessiné pour ce montage un circuit imprimé de dimensions réduites, dont le tracé apparaît en **figure 4-14.** Le circuit intégré est disposé tout au bord de la carte, ce qui permet de le fixer facilement sur toutes sortes de refroidisseurs. On peut utiliser, à cet effet, le boîtier du récepteur, quitte à intercaler les éléments habituels d'isolation si ce boîtier n'est pas relié à la masse du montage.

Le module sera câblé conformément au plan de la **figure 4-15,** en veillant à l'orientation correcte des composants polarisés. Le montage « debout » des

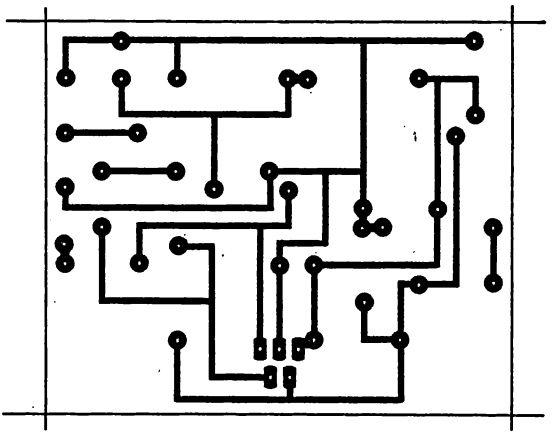


Fig. 4-14

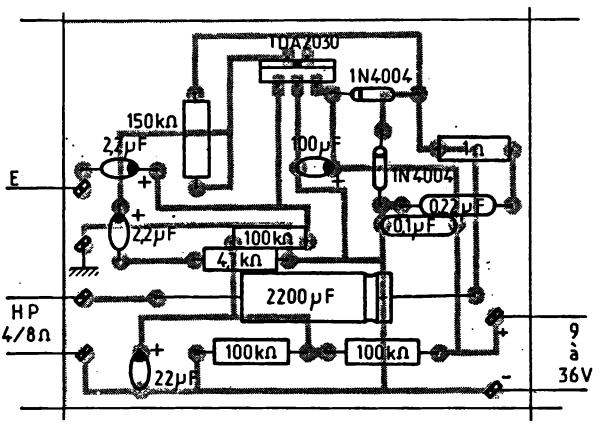


Fig. 4-15

petits condensateurs chimiques contribue à la réduction des dimensions du circuit, dont la logeabilité sera appréciée lors de son incorporation dans les récepteurs les plus divers.

Conclusion

Ce module amplificateur se distingue surtout par les trois points suivants :

- faible coût ;
- dimensions réduites ;
- universalité d'emploi.

On pourra donc lui trouver toute une variété d'utilisations chaque fois que le besoin se fera sentir d'un amplificateur de puissance inférieure ou égale à 15 W eff, sous une tension d'alimentation ne dépassant pas 36 V.

Dans bien des cas, on lui adjoindra un potentiomètre de volume extérieur à la carte, pouvant éventuellement faire partie d'un préamplificateur indépendant (par exemple notre montage n° 18, dont la description va suivre).

Montage n° 18

UN CORRECTEUR GRAVES AIGUES

Il pourrait paraître présomptueux de vouloir innover dans le domaine des correcteurs de tonalité « Baxandall », étant donné le nombre de montages de ce genre déjà publiés. L'originalité de celui que nous proposons ici tient à ce que les organes de commande (potentiomètres et contacteurs) ne sont pas traversés par les signaux BF mais servent uniquement à faire varier une tension continue agissant sur des VCF (voltage controlled filters ou filtres commandés par tension). Ceci permet d'éloigner considérablement les commandes des circuits BF, sans problème de blindage, ou de leur substituer n'importe quel système de télécommande sans fil ou de programmation fournissant des tensions continues variables.

La notion de commande par tension

La commande par tension des réglages de volume et de tonalité reste à l'ordre du jour depuis l'introduction massive des systèmes de télécommande à ultrasons ou infrarouges des téléviseurs et des chaînes HiFi. En effet, les récepteurs de télécommande fournissent les ordres d'acion sur les paramètres analogiques sous forme de tensions continues évoluant par exemple entre 0 et 5 V.

Dans la synthèse de sons, cette possibilité de commande d'un gain ou d'une modification de courbe de réponse par le biais d'une tension continue est primordiale, car cette tension peut provenir d'un oscillateur TBF faisant partie de l'appareil, et générer ainsi de multiples effets spéciaux. Dans les systèmes à programmation (numérique ou autre), il est toujours beaucoup plus pratique de faire varier une tension continue que de commander un potentiomètre au moyen d'un servomoteur.

Enfin et tout simplement, dans un ampli-préampli classique, il est intéressant de mettre en œuvre cette technologie car les signaux BF voient leur chemin réduit à un strict minimum, ce qui joue un rôle prépondérant au point de vue rapport signal/bruit. De plus, le câblage s'en trouve très simplifié puisque les multiples aller-retour entre circuits et panneau de commande, réalisés habituellement en fil blindé, se réduisent à quelques fils ordinaires. Bien plus, il devient inutile en stéréophonie ou quadriphonie, de prévoir des potentiomètres multiples, car plusieurs circuits à commande par tension continue peuvent être raccordés en parallèle sur un même potentiomètre à une seule piste. Suprême raffinement, nous allons voir que non seulement ces avantages n'augmentent pas la complexité des circuits, mais que tout au contraire, le nombre de composants utilisés est grandement réduit malgré l'amélioration notable des performances.

Le TDA 4290

Ce récent circuit intégré Siemens est présenté en boîtier plastique à 14 broches. Il faut un boîtier par appareil monophonique ou par voie d'un appareil stéréophonique ou quadriphonique. Il existe trois versions de ce circuit intégré, obtenues par triage en sortie de fabrication, et repérées par les marquages suivants :

- TDA 4290 ;
- TDA 4290 I ;
- TDA 4290 II.

Le premier ne convient qu'aux équipements monophoniques, car il peut exister entre deux pièces prises au hasard des différences nuisant à la bonne symétrie d'une installation à plusieurs canaux.

En stéréophonie, par exemple, on utilisera deux TDA 4290 I ou deux TDA 4290 II, sans préférence entre les versions I et II dont les performances sont équivalentes. Le suffixe I ou II témoigne simplement d'un appariage optimal.

En monophonie, on peut évidemment utiliser indifféremment les trois références.

La **figure 4-16** montre l'organisation interne du TDA 4290 : le signal d'entrée (300 mVeff) traverse d'abord un correcteur électronique des graves, dont l'efficacité de ± 17 dB n'exige que deux condensateurs extérieurs. Le correcteur d'aiguës qui le suit n'utilise qu'un seul condensateur extérieur pour la même effi-

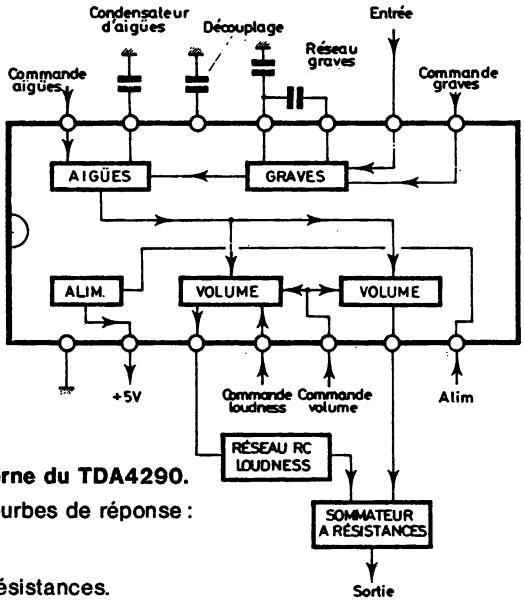


Fig. 4-16. — Organisation interne du TDA4290.

Composants déterminant les courbes de réponse :
Aiguës : 1 condensateur.
Graves : 2 condensateurs.
Loudness : 1 condensateur, 2 résistances.

cacité. Le signal résultant de ces deux corrections est appliqué en parallèle à deux atténuateurs à commande électronique dont les tensions de sortie sont additionnées par un sommateur extérieur dont l'une des entrées contient un réseau RC fixant la caractéristique du circuit de correction physiologique (loudness). En mode « linéaire », l'atténuateur débitant dans ce réseau RC est neutralisé, ce qui empêche toute action de ce réseau. En mode « physiologique », les deux atténuateurs débitent simultanément, ce qui introduit une correction supplémentaire de tonalité, variable avec le niveau de sortie. La présence de ces deux atténuateurs électroniques équivaut à l'existence d'une prise intermédiaire sur le potentiomètre de volume, servant d'ordinaire à la réalisation des filtres de loudness.

Lorsque toutes les commandes sont placées en position linéaire et que le volume est poussé à fond, le gain du montage est de 0 dB, ce qui signifie que les 300 mVeff se retrouvent en sortie. Autrement dit, ce montage peut être intercalé sans modification dans un circuit BF ou au niveau des prises « sorties préampli » et « entrée ampli de puissance » dont disposent bien des chaînes HiFi. Ceci permet de façon extrêmement simple l'installation d'une télécommande par fil multiconducteurs, infrarouges ou ultrasons.

Pour notre part, nous disposerons bien sûr ce module entre la sortie d'un quelconque des récepteurs décrits plus haut et l'entrée d'un des deux amplis BF qui viennent d'être présentés.

Schéma de principe

Le schéma de la **figure 4-17** est calqué sur celui de la **figure 4-16** mais tient compte d'impératifs de simplicité et de qualité. Les condensateurs de 2,2 μF découplant les tensions de commande des graves et des aiguës pourront être supprimés si les connexions vers les potentiomètres ne sont pas trop longues. Le circuit fournit une tension de référence de + 5 V destinée à alimenter les potentiomètres, que l'on est bien sûr libre de ne pas utiliser lorsque les tensions de commande sont générées par un système extérieur (récepteur de télécommande par exemple). Dans ce cas, on veillera à respecter les niveaux suivants :

Volume : 0 à 2,5 V (logarithmique) ;

Graves : 0 à 5 V (linéaire) ;

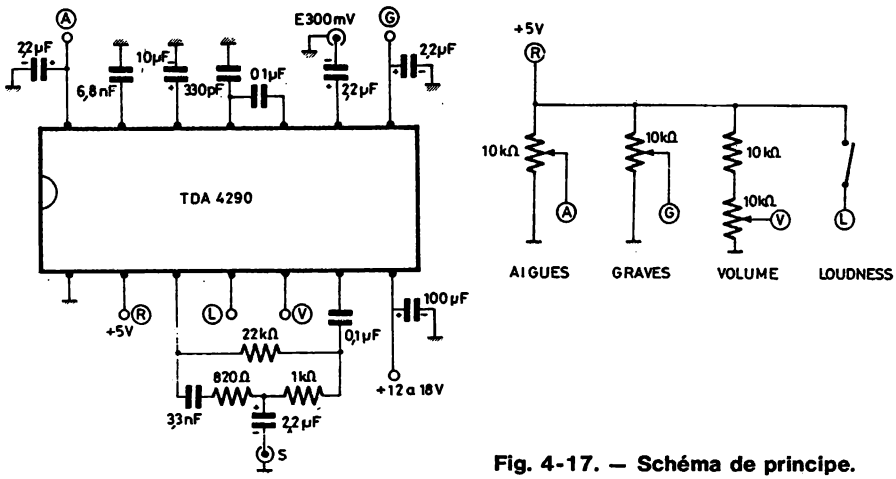


Fig. 4-17. — Schéma de principe.

Nomenclature

Circuit intégré :

1 × TDA 4290 Siemens.

Résistances 1/4 W 5 % :

1 × 820 Ω 1 × 1 kΩ-1 × 22 kΩ-1 × 10 kΩ.

Condensateurs céramiques :

1 × 330 pF - 1 × 3,3 nF - 1 × 6,8 nF - 2 × 0,1 μF.

Condensateurs chimiques 16 V :

4 × 2,2 μF - 1 × 10 μF - 1 × 100 μF

Divers :

1 circuit imprimé
3 potentiomètres 10 kΩ (1 × LOG - 2 × LIN)
1 interrupteur unipolaire.

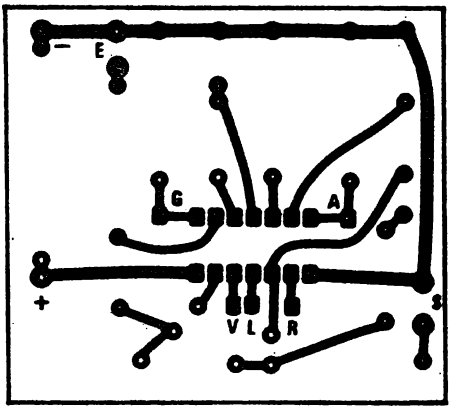


Fig. 4-18. — Circuit imprimé.

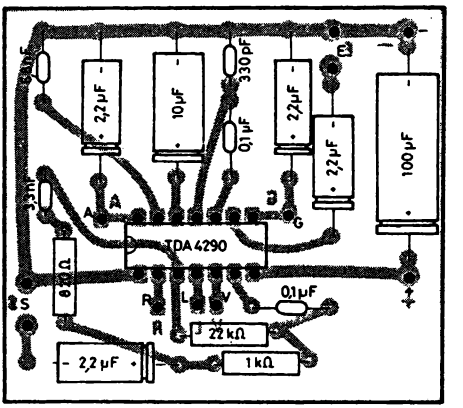


Fig. 4-19. — Plan de câblage.

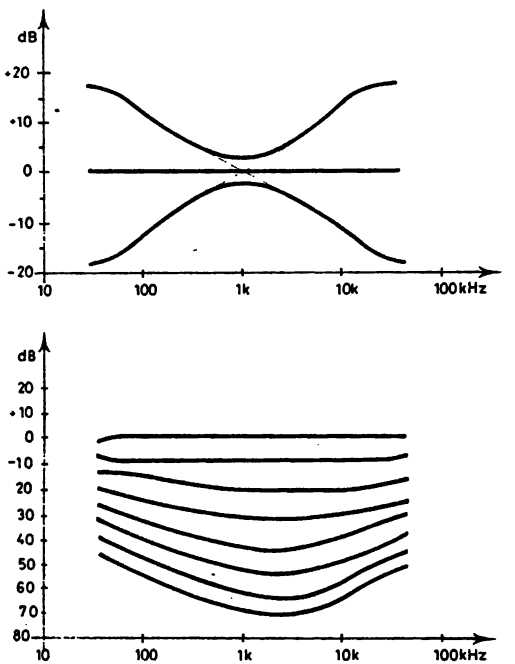


Fig. 4-20. — Courbes relevées pour les différentes corrections ; courbes de correction de tonalité ; efficacité du loudness en fonction du niveau réglé en sortie.

Aiguës : 0 à 5 V (linéaire) ;

Loudness : 0 ou 5 V (tout ou rien).

Réalisation pratique

Le montage peut être réalisé sur un petit circuit imprimé dont le tracé est donné en **figure 4-18.** En stéréophonie, on reliera en parallèle les entrées de commande des deux circuits de voie, sauf en ce qui concerne la commande de volume, au niveau de laquelle il peut être souhaitable de prévoir un circuit de balance. Rappelons que les fils de liaison n'ont pas à être blindés, même à la limite en ce qui concerne l'entrée et la sortie, les impédances mises en jeu étant faibles (3,9 kΩ et 200 Ω respectivement).

Utilisation - Performances

Ce montage peut s'intercaler en tout point d'une chaîne BF où les niveaux et les impédances sont compatibles. La tension d'alimentation de 12 à 18 V doit être facile à prélever au niveau des autres circuits de cette chaîne (consommation inférieure à 50 mA). Il permet de prévoir des correcteurs de tonalité de grande qualité (voir **figure 4-20**) sans recourir à des circuits complexes ou coûteux. Le rapport signal/bruit est compatible avec celui des meilleurs amplis de puissance et la courbe de réponse est linéaire à ± 0,5 dB près, de 20 Hz à 20 kHz.

Nous avons mesuré pour vous :

Alimentation : 12 à 18 V 35 à 50 mA.

Bande passante : 20 à 20 000 Hz + 0 dB — 1 dB soit ± 0,5 dB.

Tension de référence (alimentation potentiomètres) : 5 V.

Impédance d'entrée : 3,9 kΩ.

Impédance de sortie : 200 Ω (entre broches 3 et 6).

Efficacité de la commande de volume : 80 dB.

Efficacité des commandes de tonalité : ± 17 dB.

Gain en position linéaire (volume à fond) : 0 dB.

Distorsion harmonique : 0,2 % typique.

Tension de bruit (avec gain de 0 dB) : 30 μV eff

Tension d'entrée recommandée : 300 mVeff.

D'où rapport signal/bruit : 80 dB.

III. Montages de décodage

Montage n° 19

UN DECODEUR STEREO A COMMUTATION PROGRESSIVE

Les décodeurs stéréo « PLL » sans bobinages sont des composants désormais courants et largement utilisés dans les récepteurs fixes, portatifs, ou les autoradios. Des progrès notables peuvent toutefois encore être accomplis dans ce domaine. Le décodeur dont nous vous proposons ici la réalisation présente par exemple une particularité très intéressante : la commutation mono-stéréo progressive. En effet, jusqu'à présent, les décodeurs commutaient assez brusquement sur « mono » dès que le niveau du signal multiplex devenait insuffisant pour assurer un décodage correct. Notre montage, lui, possède une possibilité de commande continue de la séparation des canaux pouvant rendre la commutation très progressive si cette commande se fait, par exemple, à partir de la tension destinée au galvanomètre indicateur de champ. En utilisation « autoradio », cette façon de procéder évite bien des « clocks » de commutation lors de passages d'obstacles, ou lorsque les émetteurs sont éloignés.

Rappel des principes de la stéréophonie multiplex

Le problème de la stéréophonie s'est posé aux techniciens de la radiodiffusion alors que d'importants équipements FM travaillant en monophonie existaient déjà. Il fallait donc mettre au point un procédé permettant de transmettre « quelque chose de plus » sans affecter si peu que ce soit la réception mono. Il n'était donc pas question de transmettre directement les signaux « gauche et droite » (que nous appellerons G et D), mais plutôt G + D (signal mono) complété par G – D (signal différence), de simples opérations de matriçage permettant d'extraire G et D de ces deux informations. Si G + D devait être émis et reçu comme par le passé pour ne pas entraîner de modification des récepteurs mono, il fallait par contre coder G – D de façon à le rendre inaudible sur les récepteurs non pourvus de décodeurs. Pour ce faire, il a été imaginé de transmettre ce signal sur une **sous-porteuse** de 38 kHz placée bien au-dessus de G + D dans le spectre des fréquences (voir **fig. 4-21**). Cette sous-porteuse étant supprimée pour ne conserver que les deux bandes latérales (un peu comme cela se passe en BLU), il faut la reconstituer à la réception, dans des conditions de phase rigoureusement identiques. Pour ce faire, un signal de 19 kHz (38 divisé par deux) dit signal pilote (et normalement inaudible) est émis entre G + D et G – D.

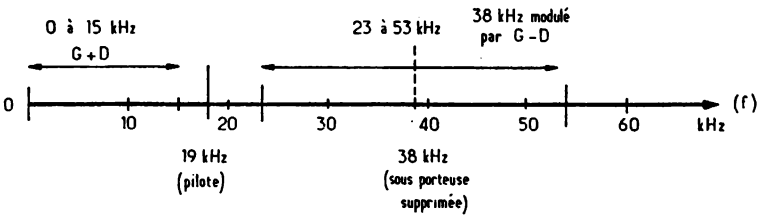


Fig. 4-21. — Spectre d'un signal stéréo multiplex.

Le rôle du décodeur est donc de traiter ce signal dit « composite » ou « multiplex » qui apparaît en sortie du discriminateur à la place du signal BF normal, dès lors que l'émission est du type stéréophonique.

Notons au passage qu'il faut que la bande passante de l'amplificateur FI soit suffisante et que le démodulateur FM ne doit pas comporter de cellule de « désaccentuation » (réduction des aiguës qui ont été accentuées à l'émission). Le décodeur, lui, comporte une telle cellule sur chacune de ses sorties, agissant donc après le décodage.

Les fonctions du décodeur sont les suivantes :

— mise en évidence du 19 kHz et de G + D
— reconstitution du 38 kHz (doublage de fréquence)
— démodulation de G - D à l'aide du 38 kHz
— matriçage de G + D et G - D en G et D
— désaccentuation de G et D
— signalisation et commutation mono/stéréo
— éventuellement, fonctions annexes comme ici séparation variable.

On voit que ces fonctions relèvent typiquement du domaine des circuits PLL, qui permettent d'éviter l'emploi de tout bobinage.

Le circuit intégré TCA4500A

Avec le TCA4500A, Siemens a élargi de façon intéressante sa gamme de circuits intégrés pour récepteurs radio. Se contentant de 200 mV eff de signal d'entrée, ce décodeur peut suivre sans problème la majorité des circuits intégrés de démodulation FM, en particulier les SO41P et TDA1047 de la même marque ou le TBA120S fabriqué par la majorité des grandes marques.

Le schéma de la **figure 4-22** montre la simplicité du montage : toutes les fonctions complexes sont dévolues à des circuits logiques internes, utilisant des centaines de transistors, alors que les éléments sélectifs indispensables consis-

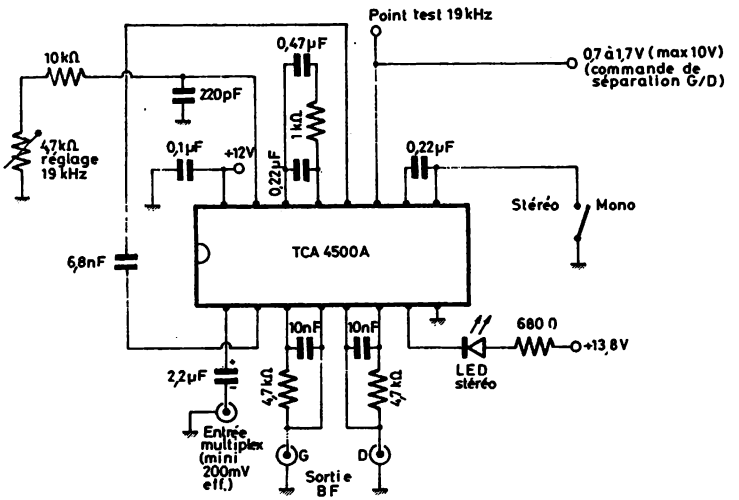


Fig. 4-22. — Schéma de principe.

tent en de simples réseaux RC extérieurs. Le seul réglage prévu est celui du VCO sur 19 kHz (le point test étant la broche 11), ce réglage pouvant tout aussi bien se faire sur une émission stéréo de façon à obtenir l'allumage du voyant à LED.

Un commutateur mono/stéréo est prévu pour déconnecter le système si nécessaire, mais il est bien préférable de faire appel aux possibilités de réglage continu de séparation offertes par le circuit : pour une tension continue appli-

Nomenclature

Semi-conducteurs

1 × TCA4500A Siemens
1 × LED

Condensateurs

1 × 220 pF
1 × 6,8 nF
2 × 10 nF
1 × 0,1 µF
2 × 0,22 µF
1 × 0,47 µF
1 × 2,2 µF 63 V

Résistance 1/4 W 5 %

1 × 680 Ω
1 × 1 kΩ
2 × 4,7 kΩ
1 × 10 kΩ
1 potentiomètre ajustable 4,7 kΩ si possible multitours.

quée à la broche 11 évoluant entre 0,7 et 1,7 V (ne pas dépasser 10 V) la séparation des canaux variera entre 3 et 30 dB. Cette tension est à prélever par l'intermédiaire d'un pont diviseur au niveau de la sortie « indicateur de champ » de la platine FI.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la **figure 4-23** est conçu pour recevoir la totalité des composants du montage d'après le plan de câblage de la **figure 4-24.** Il est conseillé d'utiliser un potentiomètre multitours pour le réglage du 19 kHz, mais un minimum de doigté permet l'usage d'un modèle monotour courant (4,7 kΩ).

L'alimentation peut se faire entre 8 et 16 V et autorise donc tous les types de fonctionnement, même sur piles.

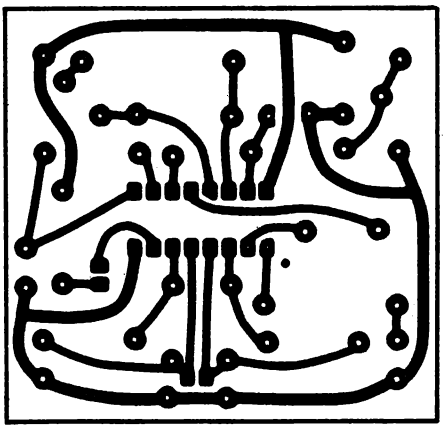


Fig. 4-23. — Circuit imprimé.

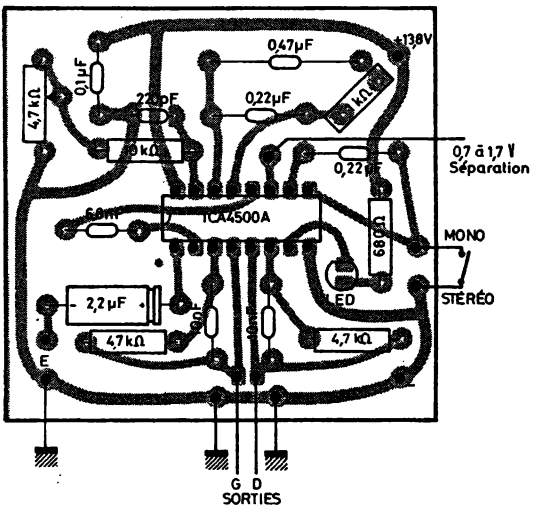


Fig. 4-24. — Plan de câblage.

Conclusion

Une fois de plus, la technologie des circuits intégrés spécifiques permet de rendre très simple la construction d'un système remplissant des fonctions complexes. L'utilisation de composants standards conduirait à un montage du type « usine à gaz » pour des performances moindres et un prix de revient supérieur, ne serait-ce qu'au seul niveau des composants.

De plus, des fonctions annexes telles que la séparation progressive des canaux peuvent être obtenues sans surcroît de complexité ou de coût, tout en rendant de réels services.

Montage nº 20

UN DECODEUR POUR BLU ET CW

La BLU (bande latérale unique) et la CW (continuous wave) sont deux formes de transmission, respectivement en phonie et en morse, qu'il est impossible de recevoir correctement sur un récepteur ordinaire. On entend bien « quelque chose », mais la modulation reste totalement incompréhensible. Ces procédés ne sont pas utilisés à des fins de protection du secret, mais bien parce qu'ils permettent, après décodage, de meilleures performances de transmission, notamment au point de vue portée. Le montage décrit ici permet de modifier un récepteur existant de façon à recevoir correctement de telles émissions.

Le schéma de principe

La **figure 4-25** montre que le SO42P qui nous est désormais familier est monté de façon à osciller sur 455 kHz, valeur de la FI des récepteurs AM auxquels ce montage peut être associé. En effet, le principe du décodage consiste à reconstituer localement une fréquence égale ou très voisine de celle de la porteuse de l'émission à recevoir. En effet, en BLU, cette porteuse est « supprimée » à l'émission alors qu'en CW, elle est émise sans modulation audible. Si donc, on fait « battre » avec cette porteuse une fréquence locale qui en diffère de quelques kilohertz, la « composante différence » constituera un signal audible permettant la mise en évidence de l'émission.

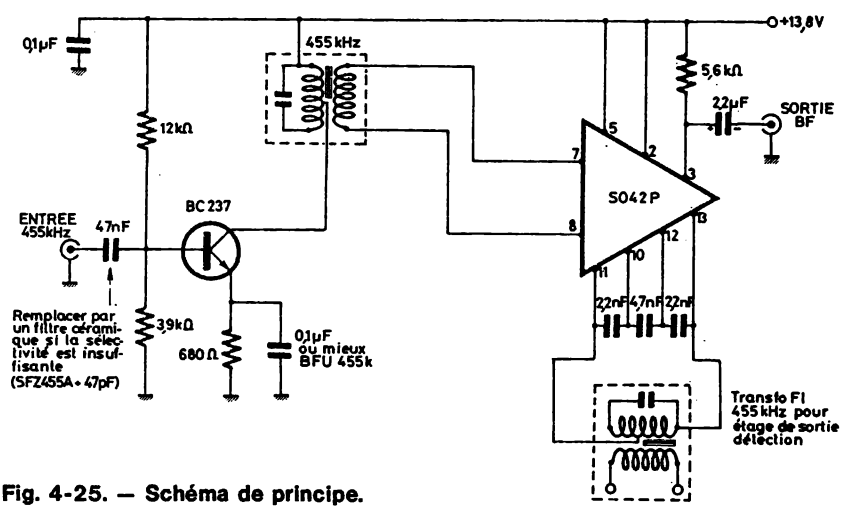


Fig. 4-25. — Schéma de principe.

Plutôt que de réaliser le battement sur la fréquence reçue, il est plus pratique d'opérer sur la moyenne fréquence, que l'on prélèvera au niveau du dernier étage FI accessible sur le récepteur. Notons qu'un bon décodage de la BLU exige une très forte sélectivité de la chaîne FI. Rares étant les récepteurs à présenter cette caractéristique non indispensable en réception AM, le préampli équipant notre montage peut être équipé de filtres céramiques capables de parfaire cette sélectivité.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la **figure 4-26** est à câbler selon la **figure 4-27.** Les deux transfos FI seront extraits d'un jeu 7 x 7 mm comprenant généralement trois modèles. On choisira comme bobinage oscillateur le transfo prévu pour équiper les étages de sortie « détection » des récepteurs AM. On peut l'identifier en comparant à l'ohmmètre la résistance de ses enroulements avec celle des autres transfos du jeu. Sur le modèle « sortie », on doit déceler une différence notable.

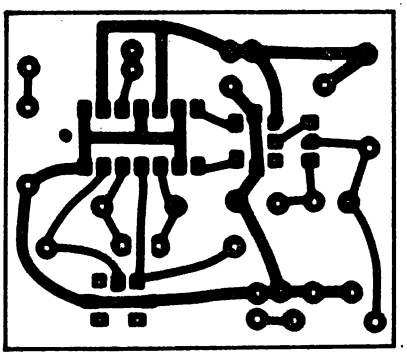


Fig. 4-26. — Circuit imprimé.

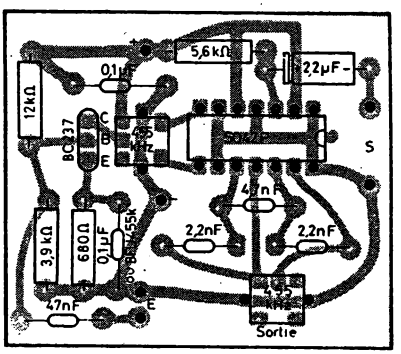


Fig. 4-27. — Plan de câblage.

Mise en service

Ce décodeur peut être adapté à tout récepteur AM recevant des bandes de fréquences exploitées en BLU, et disposant d'une moyenne fréquence de 455 kHz. En particulier, sur nos montages n° 7, 8 et 12, l'entrée du décodeur doit venir se greffer en parallèle sur la SORTIE du filtre céramique, et la sortie BF du décodeur doit venir attaquer l'ampli BF en lieu et place du signal issu du détecteur AM. Les deux transfos FI du décodeur seront réglés sur une émission BLU ou CW, au maximum d'intelligibilité du message sonore.

IV. Montages d'assistance électronique de la recherche des stations

Montage n° 21

LA REALISATION DES CLAVIERS A EFFLEUREMENT

Sur un récepteur de radio, les claviers à effleurement peuvent avantageusement être utilisés pour sélectionner des potentiomètres ajustables servant au préréglage des stations. Ils peuvent aussi rendre des services lors de l'étude de réalisations plus complexes, dans lesquelles il est nécessaire de commuter des signaux BF provenant de plusieurs modules récepteurs distincts et destinés à un unique ampli BF.

Présentation des circuits intégrés SAS580 et SAS590

Deux méthodes peuvent être utilisées principalement pour réaliser des touches à effleurement : le détecteur d'approche, basé sur des phénomènes capacitifs en HF, ne faisant intervenir aucun contact électrique (boutons d'ascenseurs, etc.) et l'ampli de commutation à grande impédance d'entrée, exploitant la résistance électrique de l'extrémité d'un doigt reliant deux électrodes. C'est sur ce second principe que sont basés les circuits qui font l'objet de cette étude. Voir synoptique **figure 4-28.**

L'ordre de commutation est donné en réunissant du doigt l'électrode d'entrée à une surface métallique voisine reliée à la masse. Ceci a pour conséquence de polariser le transistor d'entrée d'un des amplificateurs de commutation, dont

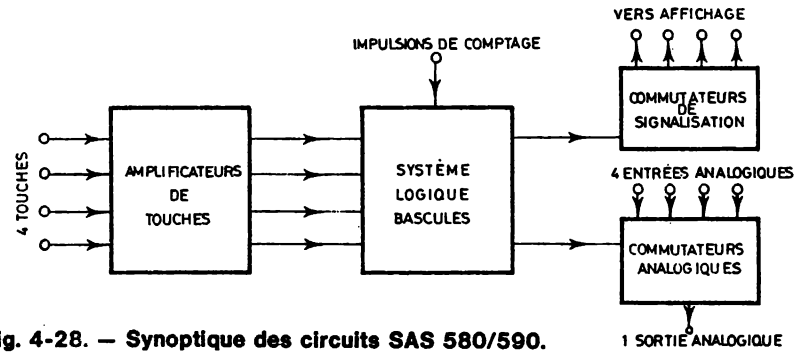


Fig. 4-28. — Synoptique des circuits SAS 580/590.

la sortie bascule alors. Cette information vient positionner un flip-flop qui, d'une part, annule les informations précédemment enregistrées, et, par ailleurs, commande les commutateurs de signalisation reliés à un système d'affichage, ainsi que les commutateurs analogiques dont nous verrons le rôle plus loin. Il va de soi que plusieurs circuits de la même famille peuvent être montés en cascade, lorsque des capacités supérieures à quatre voies sont nécessaires. C'est à ce niveau que se fait la distinction entre SAS580 et SAS590. Le premier assure lors de sa mise sous tension l'enclenchement automatique de la voie 1 alors que le second modèle reste en attente.

L'ordre de commutation peut avoir une troisième origine : il est prévu une entrée de « comptage », qui sur réception d'une impulsion, commande le passage à la voie suivante ; il s'agit là d'un fonctionnement en compteur en anneau.

Autre possibilité, le SAS580 est doté d'une entrée « stand-by » permettant lors de l'arrêt du récepteur par exemple, de mémoriser le dernier programme sélectionné (l'alimentation de cette partie doit se maintenir à 12 V).

Réalisation des circuits d'entrée

En principe, il serait possible de relier directement le circuit intégré aux électrodes des touches. En fait, il s'avère souhaitable d'ajouter un réseau RC dont le but est double :

— la résistance limite à une valeur inoffensive (et imperceptible) le courant susceptible de traverser l'utilisateur au cas où une phase du secteur viendrait à rejoindre l'alimentation du CI (téléviseurs sans transfo secteur ou défectueux) ;

— le condensateur découple à la masse tous les parasites que l'entrée haute impédance pourrait collecter.

La **figure 4-29** montre par ailleurs l'emplacement des broches d'alimentation (consommation maximum 15 mA).

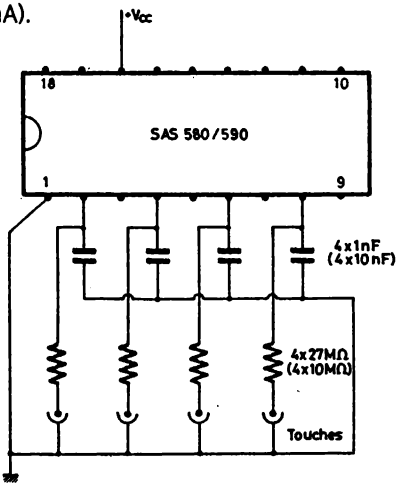


Fig. 4-29. — Réalisation des circuits d'entrée.

Utilisation des commutateurs de signalisation

Du fait de la fonction de mémorisation remplie par les bascules, l'action fugitive sur l'une des touches provoque le passage permanent à l'état bas de la sortie du commutateur correspondant. Un courant maximum de 55 mA et une tension maximum de 60 V caractérisent le transistor de sortie de cet étage. La **figure 4-30** donne trois exemples d'utilisation de cette information faisant respective-

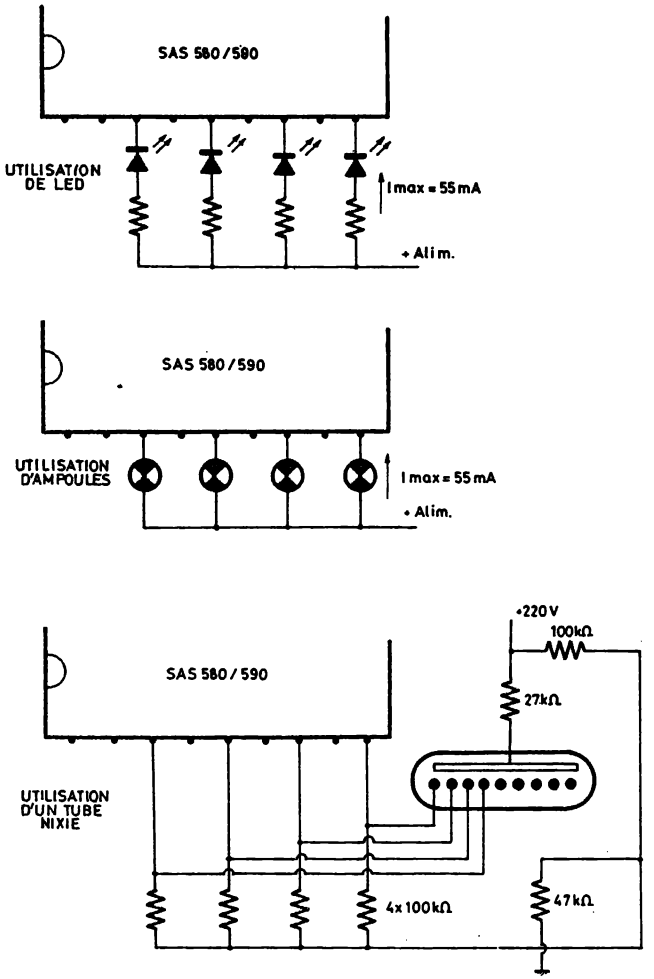


Fig. 4-30. — Trois exemples de dispositifs afficheurs de voie.

ment appel à des LED, des voyants à incandescence, et à un tube à gaz genre « Nixie ». On pourrait envisager également la commande de transistors de puissance, de triacs, de relais, de commandes électromagnétiques de magnétophone, etc.

Utilisation des commutateurs analogiques

La logique interne pilote également 4 commutateurs analogiques unidirectionnels à sortie commune. Il s'agit en fait d'un aiguillage d'une grandeur analogique parmi quatre vers la sortie unique. La grande stabilité du montage permet de l'utiliser pour commuter des tensions d'accord pour diodes varicap. La tension à commuter peut atteindre environ 30 V, à condition bien sûr que la tension d'alimentation soit supérieure (maximum 35 V). Dans le cas de la **figure 4-31**, la commutation s'opère sur des signaux BF dont le niveau ne doit pas dépasser

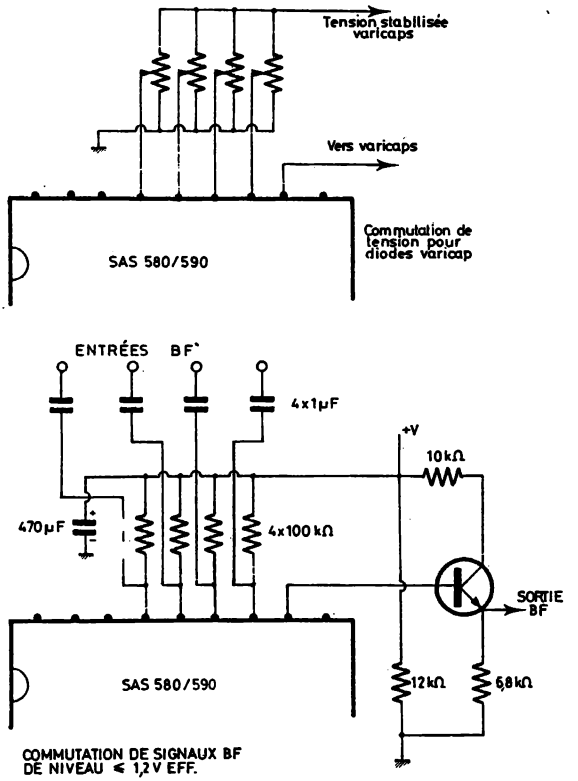


Fig. 4-31. — Deux exemples d'utilisation des commutateurs analogiques.

1,2 V efficace pour que la distorsion de 20 Hz à 20 kHz n'excède pas 0,05 % (classe HiFi avec un rapport signal/bruit de 50 dB). Pour des applications moins critiques (interphone, laboratoire de langues, etc.), un niveau supérieur peut être toléré.

Mise en cascade de plusieurs circuits

Il est possible de connecter en série autant de boîtiers qu'on le désire, en suivant les indications de la **figure 4-32.** Le premier circuit peut être un SAS580 ou un SAS590, mais les suivants seront obligatoirement des SAS590. Toutes les broches repérées 18 seront mises en parallèle et reliées au circuit différentiateur déclenchant le saut d'une voie à la suivante sur réception d'une impulsion d'amplitude 7,5 à 15 V et de temps de montée impérativement inférieur à 1 μs. La fréquence de répétition de ces impulsions ne devra pas excéder 10 kHz. Ce fonctionnement est bien sûr facultatif.

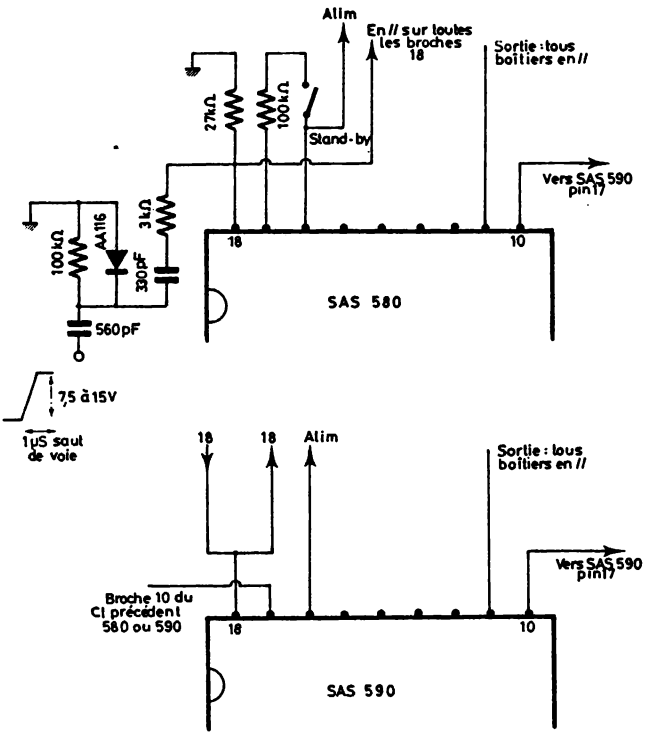


Fig. 4-32. — Connexions à établir lors d'une mise en cascade.

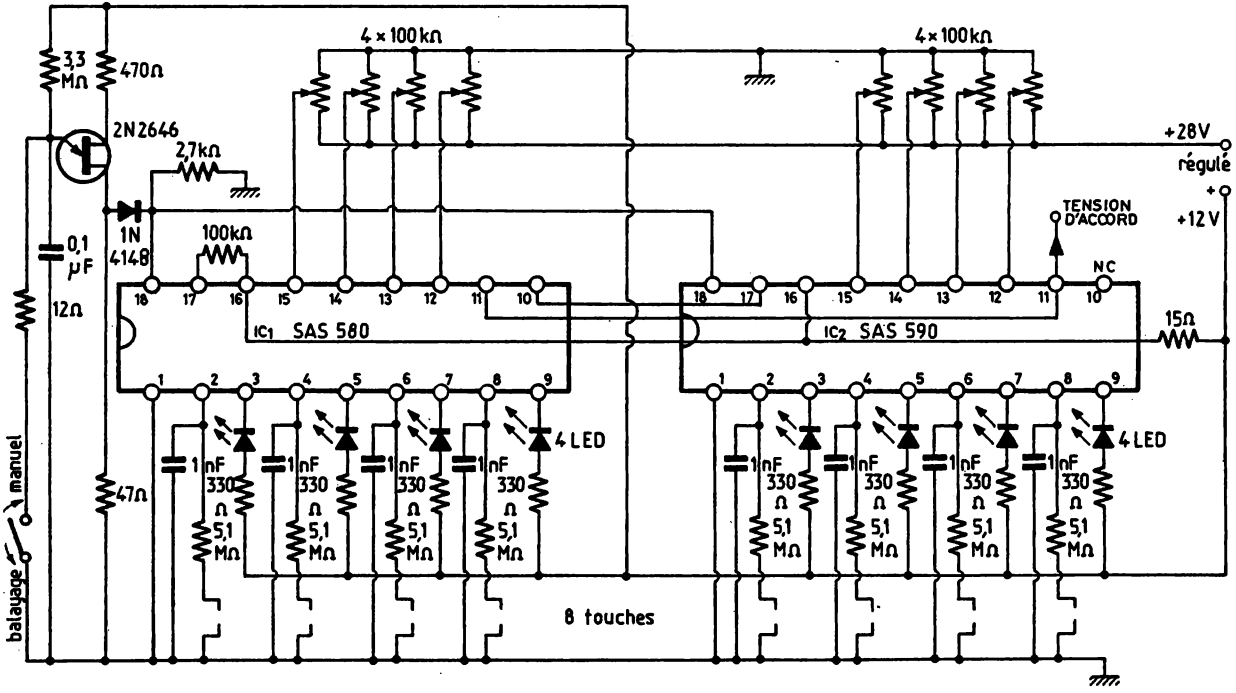


Fig. 4-33. — Schéma de principe.

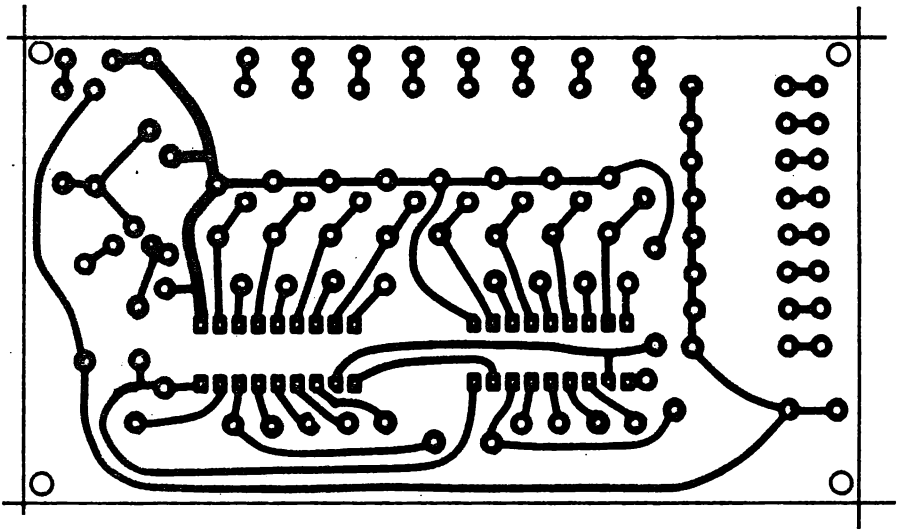


Fig. 4-34. – Circuit imprimé.

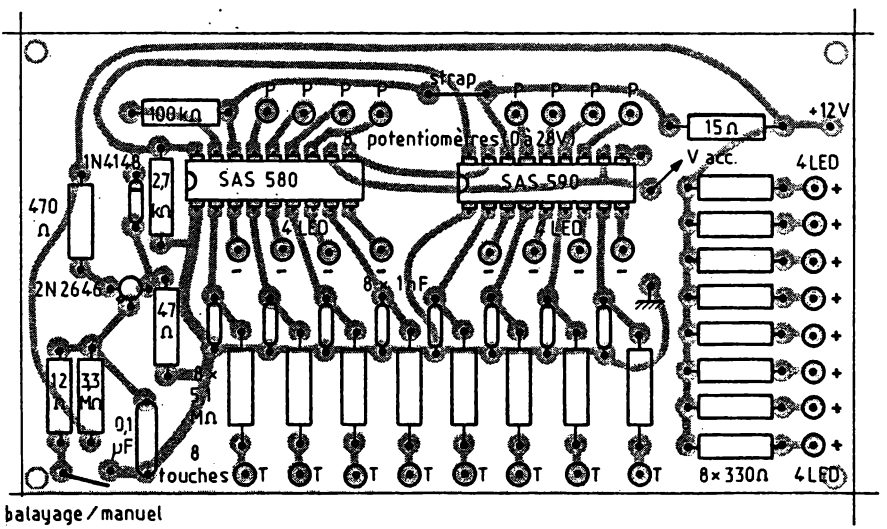


Fig. 4-35. – Plan de câblage.

Toutes les broches repérées 11 seront également réunies en parallèle, cette connexion commune devenant la sortie analogique du montage.

Enfin, la broche 10 de chaque boîtier rejoindra la broche 17 du suivant afin de transmettre les ordres tout au long de la chaîne. Sur le SAS580, toujours monté en première position, la broche 17 sert à brancher l'interrupteur « stand-by » dont le rôle a été développé plus haut.

Exemple pratique

Un grand nombre de schémas pratiques peuvent bien sûr être élaborés, selon les données précédentes, de façon à satisfaire les besoins propres de chaque utilisateur. Nous donnons cependant sur les **figures 4-33 à 4-35** un exemple pratique détaillé permettant, ce qui est le cas d'utilisation le plus fréquent, d'assurer sur un récepteur équipé de diodes varicaps le préréglage de huit stations indépendantes, et le balayage continu de ces stations avec arrêt automatique en présence d'émissions (« scanner »).

Montage n° 22

UN SYSTEME D'ACCORD NUMERIQUE POUR RECEPTEURS RADIO

Les récepteurs radio modernes, qu'ils fassent partie d'une chaîne Hi-Fi ou d'un autoradio, sont de plus en plus souvent équipés de systèmes **digitaux** d'aide à la sélection des stations. Il en existe bien des versions, selon les principes de fonctionnement mis en jeu et surtout selon le type de dialogue utilisateur-automatisme qu'ils permettent.

Nos lecteurs pourraient être amenés à penser que l'utilisation de ces circuits est réservée aux grands fabricants de récepteurs. Tout au contraire, certains des « kits » de composants nécessaires sont disponibles sur le marché amateur à des prix raisonnables surtout si l'on tient compte du fait que la réalisation proposée ici peut être adaptée à la plupart des récepteurs existants, munis d'un accord par varicap, et pas seulement aux montages décrits dans cet ouvrage.

Les différents systèmes d'accord numérique

Le premier pas en matière de digitalisation des récepteurs radio consiste à les équiper d'un fréquencemètre numérique capable de recalculer la fréquence de l'émetteur reçu à partir d'une mesure effectuée sur l'oscillateur local et d'une introduction de la valeur de la moyenne fréquence.

$$f_{reçue} = f_{osc} \pm FI$$

Nous allons d'ailleurs publier plus loin les plans d'un tel montage, dont la fonction est identique à celle d'une aiguille se déplaçant sur une graduation, avec cependant une bien meilleure précision.

Un tel système n'intervient qu'au niveau de l'information de l'utilisateur, sans agir sur le processus de recherche des stations qui doit toujours se faire manuellement ou par préréglage. L'étape suivante consiste à mettre en œuvre des circuits de synthèse de fréquence.

Nous nous bornerons à rappeler que le principe de ces systèmes est d'asservir l'oscillateur local, par des moyens digitaux, de façon à ce qu'il détermine la réception de la fréquence exacte que l'on programme d'une façon ou d'une autre : action sur des roues codeuses, incrémentation ou décrémentation d'un compteur dont les états sont visualisés sur un afficheur, carte perforée, etc.

Ce procédé est en quelque sorte concurrent de celui utilisant un fréquencemètre : il offre des avantages et des inconvénients de nature différente :

— **Le synthétiseur** permet de sélectionner instantanément telle fréquence connue à l'avance, et ce avec la plus grande précision. En revanche, il se prête mal à l'exploration sans but précis d'une bande de fréquence.

— **Le fréquencemètre** permet sans aucune difficulté de repérer la fréquence d'un émetteur « accroché » au hasard d'un balayage du cadran. Il exige en revanche un certain doigté de la part de l'utilisateur désirant caler le récepteur sur une station donnée, dont il ne connaît que la fréquence.

Entre ces deux techniques, il restait une place de choix pour un système plus souple, combinant les avantages des deux solutions sans en présenter les inconvénients.

Il existe donc depuis peu chez différents fabricants des ensembles de circuits intégrés ou « kits » spécialement développés en vue de réaliser une synthèse non plus de **fréquence** mais de **tension.**

En effet, dans un récepteur accordé par diodes à capacité variable, chaque **fréquence reçue** correspond à une **tension d'accord** très précise. Bien des systèmes de préréglage utilisent des potentiomètres ajustables pour « mémoriser » les tensions correspondant aux fréquences que l'on souhaite pouvoir retrouver aisément.

Cette solution simple est parfaite pour l'utilisateur qui souhaite programmer une fois pour toutes les quelques stations qui desservent son lieu de résidence mais s'avère d'une exploitation pénible lorsque l'on recherche des émetteurs lointains ou tout simplement lorsque l'on se déplace en voiture.

L'idée de base consiste à stocker les informations dans des mémoires électroniques et à les rappeler au moment voulu. Le problème majeur était jusqu'à présent la sauvegarde des informations lors des arrêts du récepteur, au moyen d'une pile ou d'une batterie, solution peu pratique et parfois coûteuse.

Une fois de plus, la technologie MOS est venue combler cette lacune : il existe en effet maintenant des mémoires **non volatiles** capables de conserver intactes les données qui y ont été inscrites, pendant des coupures d'alimentation d'une durée pouvant atteindre **dix ans !** L'adjonction de circuits de commande spécialement conçus à cet effet permet une exploitation très agréable du système : le potentiomètre de recherche des stations est conservé, ce qui permet, en association avec un cadran à aiguille ou un fréquencemètre, d'identifier si on le désire la fréquence reçue.

Une mémoire, généralement à 16 « cases » permet par une simple action sur deux touches de retenir toutes les informations nécessaires pour retrouver plus tard la même station. Le rappel d'une fréquence mémorisée s'opère simplement par action sur une seule touche.

Une réalisation pratique

Le montage proposé ici peut s'adapter à n'importe quel récepteur équipé de diodes varicap, et en particulier à tous les montages que nous avons eu l'occasion de décrire et faisant appel à cette technologie. Il utilise trois circuits intégrés développés par Siemens.

- SDA5650R (mémoire non volatile)
- SDA5690R (circuits de commande)
- TDB0453A (comparateur).

Le fonctionnement de l'ensemble reste relativement simple. Le SDA5690R délivre un signal rectangulaire dont le rapport cyclique peut varier entre pratiquement 0 et 100 %. Un filtre RC passe-bas transforme ce signal en une tension continue évoluant entre 0 V et la tension d'alimentation. Lors d'une recherche manuelle de stations, la tension provenant du potentiomètre est appliquée au comparateur, qui reçoit par ailleurs la tension reconstituée par le filtre RC. La sortie du comparateur indique au SDA5690R dans quel sens il faut faire varier le rapport cyclique du signal pour arriver à l'égalité des tensions. Pour chaque station sélectionnée au moyen du potentiomètre, on dispose donc d'un rapport cyclique bien précis. Ce rapport cyclique étant généré par des circuits logiques internes au SDA5690R, rien n'est plus simple que de prélever les informations servant à l'élaborer et de les diriger sur une mémoire (SDA5650R).

En mode lecture, ces informations seront lues en mémoire et dirigées sur le SDA5690R qui reproduira donc exactement le même rapport cyclique, donc la même fréquence de réception.

Afin de limiter le nombre de touches de stations, la capacité mémoire de 16 « mots » a été scindée en deux blocs de 8 « mots ». Un simple inverseur à deux positions sélectionne donc une de ces deux demi-mémoires alors que huit touches suffisent pour appeler seize programmes. Lorsque ces huit touches sont relâchées, le système se trouve commuté en recherche manuelle. Pour mémo-

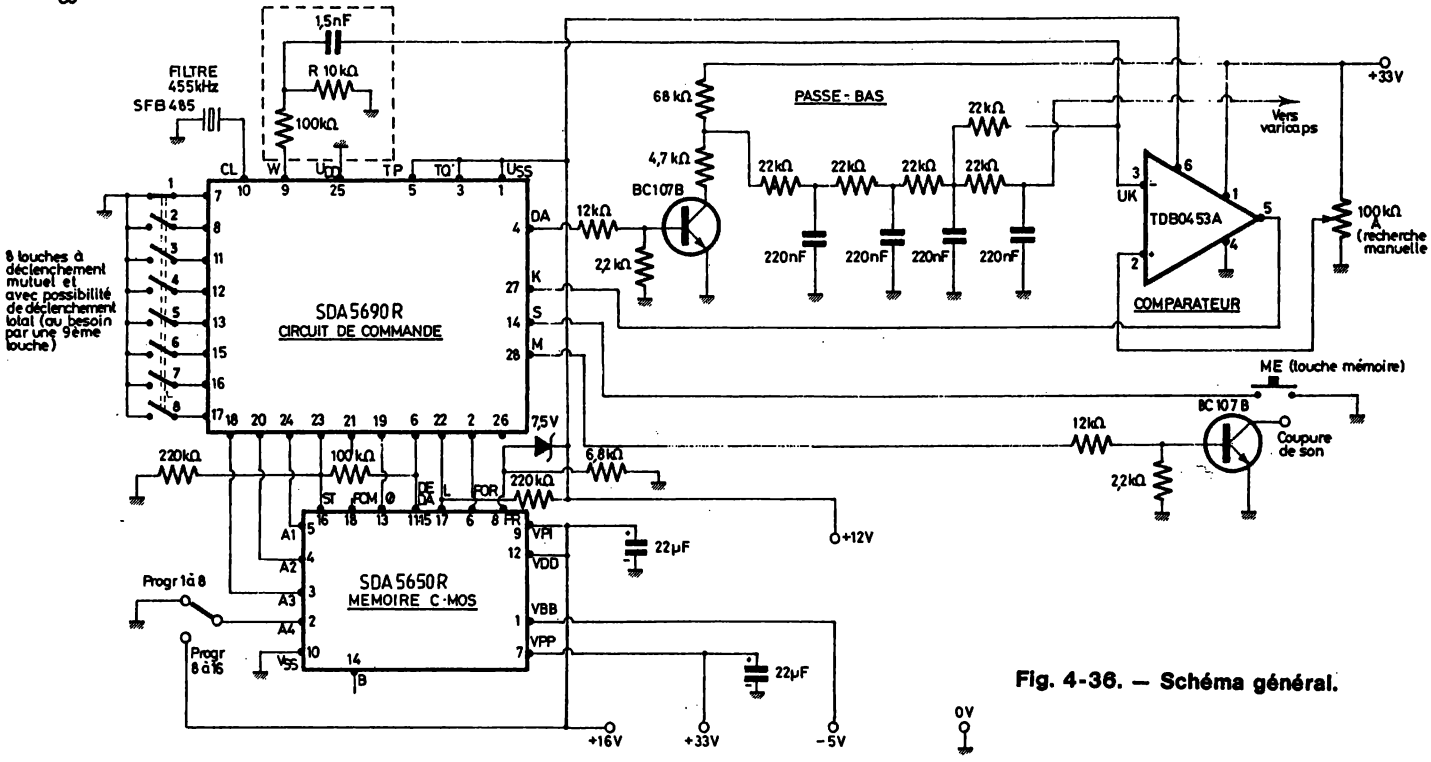


Fig. 4-36. — Schéma général.

riser une station obtenue par action manuelle sur le potentiomètre, on enfoncera la touche fugitive « mémoire », puis, sans la lâcher, on enfoncera la touche à verrouillage correspondant à une position mémoire libre ou que l'on peut effacer. On relâchera alors la touche mémoire. Le potentiomètre devient immédiatement inopérant. Pour l'utiliser à nouveau, il faut libérer la touche de programme (sans toutefois en enfoncer une autre). Chaque fois que l'on enfoncera de nouveau cette touche, le programme mémorisé se trouvera sélectionné avec la plus grande précision (± 0,05 % de la gamme de fréquence soit, en FM, ± 10 kHz entre 88 et 108 MHz).

Un avantage considérable de cet ensemble de circuits intégrés est que la fréquence d'horloge le faisant fonctionner est obtenue non pas à partir d'un quartz difficile à se procurer mais par le moyen d'un simple filtre céramique 455 kHz aussi courant que possible. Quelques composants d'alimentation viennent compléter le montage dont le schéma complet est donné en **figure 4-36.** Les alimentations sont représentées séparément en **figure 4-37.** Il ne s'agit en effet que d'un exemple, les tensions nécessaires pouvant déjà être disponibles sur le récepteur à équiper. L'interconnexion des différents boîtiers étant assez touffue, la technique du circuit imprimé simple face ne peut guère suffire. Nous avons dessiné le circuit imprimé de ce montage de façon à laisser le choix à nos lecteurs entre deux méthodes, suivant l'équipement dont ils disposent :

— Un circuit imprimé double face avec traversées indépendantes des broches des circuits intégrés (les composants MOS sont fragiles).

— Circuit imprimé simple face associé à un morceau de câble méplat à dix conducteurs en nappe.

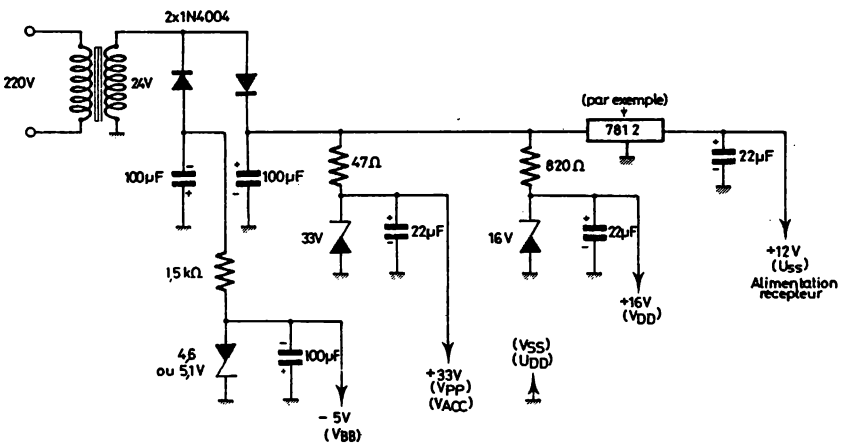


Fig. 4-37. — Les alimentations.

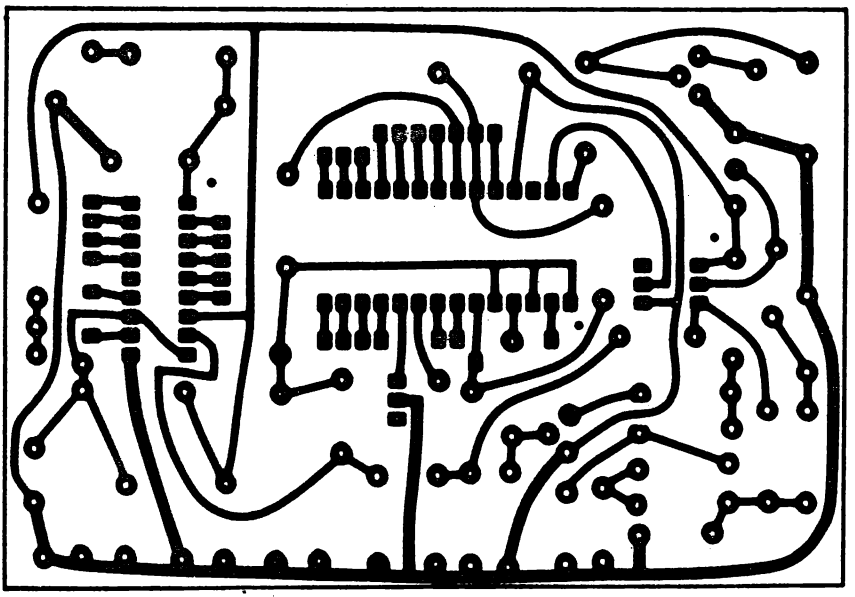


Fig. 4-38. — Circuit imprimé.

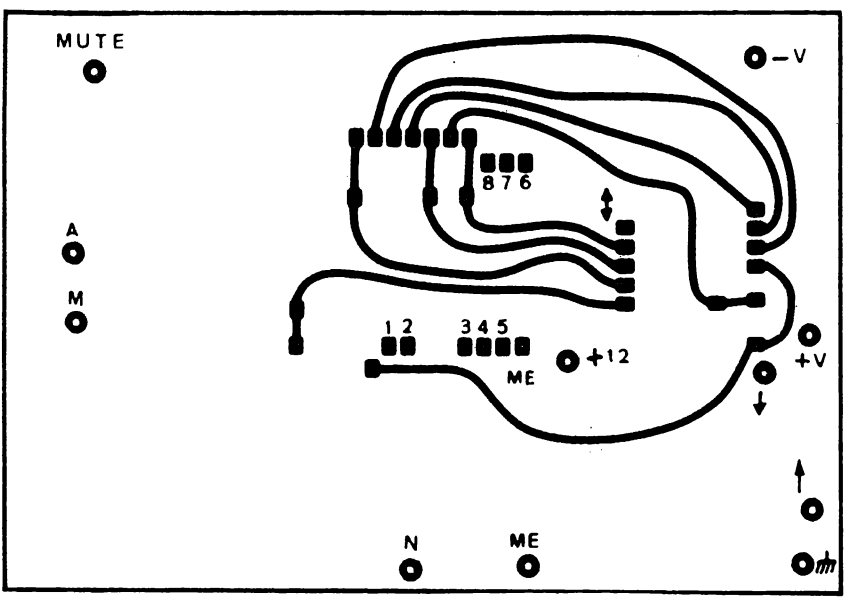


Fig. 4-39. — Circuit imprimé.

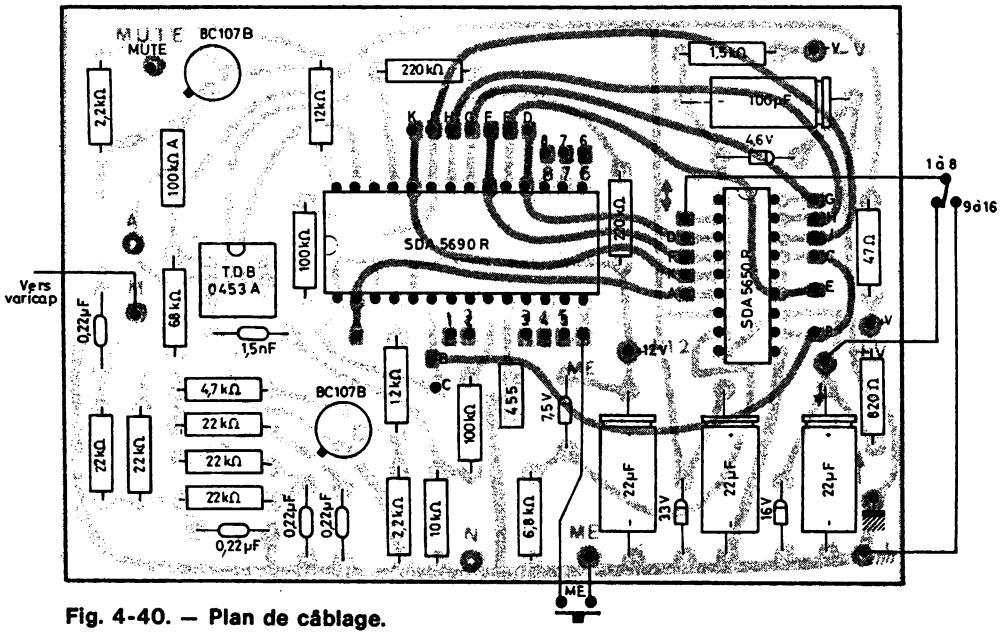


Fig. 4-40. — Plan de câblage.

Nomenclature

Semi-conducteurs Siemens

1 × SDA5690R
1 × SDA5650R
1 × TDB0453A
2 × BC107B
1 × zener 4,6 V
1 × zener 7,5 V
1 × zener 16 V
1 × zener 33 V

Condensateurs

1 × 1,5 nF
4 × 0,22 µF (220 nF)
3 × 22 µF
1 × 100 µF

Résistances : 5 % 1/4 W

1 × 47 Ω
1 × 820 Ω
1 × 1,5 kΩ
2 × 2,2 kΩ
1 × 4,7 kΩ
1 × 6,8 kΩ
1 × 10 kΩ
1 × 12 kΩ
5 × 22 kΩ
1 × 68 kΩ
1 × 100 kΩ
2 × 220 kΩ

Divers

1 circuit imprimé
1 potentiomètre 100 kΩ A
1 filtre céramique 455 kHz (par exemple 1/2 SFZ 455A).

La **figure 4-38** donne le tracé de la face principale, qu'il faudra de toute façon graver. La face composants peut être pour sa part gravée selon la **figure 4-39.** Le plan de câblage de la **figure 4-40** n'appelle pas de commentaire particulier, si ce n'est que les deux boîtiers référencés SDA sont de type MOS et que les précautions d'usage doivent être prises lors de leur manipulation.

Mise en œuvre

En plus du raccordement des alimentations (± 36 V environ et + 12 V) et des boutons de commande, il suffit d'intercaler ce montage entre le curseur du potentiomètre de recherche des stations et les diodes varicap. Dans le cas d'un récepteur que l'on construit, les connexions du potentiomètre sont prévues sur le circuit imprimé.

Le premier essai se fera sur la position « recherche manuelle », c'est-à-dire toutes les touches de programmes étant relâchées. On doit constater une certaine « élasticité » dans la commande, c'est-à-dire que si le potentiomètre est manœuvré brusquement, la tension d'accord doit suivre avec un léger retard. Ceci est dû à la grande constante de temps du filtre RC. On fera ensuite un essai de mémorisation et de restitution. Attention, la mémoire ne peut supporter, pour chaque position, que 1000 cycles d'écriture. En revanche, le nombre de cycles de lecture est illimité. Signalons pour finir une possibilité annexe de ce montage : si la broche « MUTE » est reliée en parallèle sur la sortie BF du démodulateur, le son sera neutralisé pendant les passages d'un programme à l'autre ainsi que pendant les mémorisations. Ceci évite tout bruit parasite.

Par ailleurs, on peut retrouver facilement la fréquence d'un émetteur mémorisé et... oublié à son triste sort en procédant comme suit :

— sélectionner le programme à identifier

— presser la touche « mémoire » (qui n'a aucune action d'effacement lorsqu'elle est enfoncée **après** une touche de programme) : le circuit MUTE supprime le son

— manœuvrer le potentiomètre de recherche manuelle jusqu'à trouver une petite zone de sa course dans laquelle le son réapparaît. A ce moment l'aiguille (ou le fréquencemètre) indique la fréquence cherchée. Relâcher alors la touche mémoire.

Conclusion

Initialement prévu pour les récepteurs FM, ce système de mémorisation des tensions d'accord peut rendre de grands services à tous ceux qui pratiquent l'écoute sur les fréquences les plus diverses. Ce n'est qu'en télévision que l'on

atteint les limites de ces composants, leur précision ne suffisant pas. C'est pourquoi d'autres familles de circuits intégrés ont été spécialement développés pour ces applications.

Le domaine d'application de notre montage s'étend de plus à tous les cas où il est nécessaire de stocker de façon non volatile des informations analogiques, notamment dans les asservissements de position, de température, etc.

Montage nº 23

UN FREQUENCEMETRE NUMERIQUE POUR RECEPTEURS RADIO

L'affichage numérique de la fréquence reçue est de loin le moyen le plus précis et le plus confortable pouvant être mis à la disposition de l'utilisateur d'un récepteur radio pour lui faciliter la recherche et l'identification des émetteurs. Sur les récepteurs à accord manuel, ce système prend la place du cadran à aiguille alors que sur les récepteurs à synthétiseur, il peut servir à rendre compte du fonctionnement très précis mais quelque peu aveugle de l'automatisme (voir montage précédent).

Le montage que nous présentons ici permet l'affichage à 5 digits de la fréquence de travail de tout récepteur jusqu'à 108 MHz. La précision de ± 1 kHz jusqu'à 30 MHz et de ± 10 kHz au-delà permet une utilisation aussi bien en réception de radiodiffusion qu'en radioamateurisme décamétrique.

Les principes généraux

Si la mesure de la fréquence d'un poste émetteur ne pose aucun problème à quiconque possède un simple fréquencemètre à comptage, la mesure de la fréquence de travail d'un poste récepteur est beaucoup plus délicate. Il ne peut en effet être question de mesurer la fréquence du signal d'antenne, même très amplifié, pour deux raisons :

— l'indication de fréquence doit être présente même entre les stations, en l'absence de signal d'antenne ;

— au niveau des étages d'entrée, la sélectivité est insuffisante pour éviter que le fréquencemètre ne prenne en compte plusieurs émetteurs à la fois d'où un affichage illisible.

Le principe utilisé dans les fréquencemètres de réception consiste donc à prélever la fréquence de l'oscillateur local et à lui appliquer avant affichage une correction tenant compte de la fréquence intermédiaire utilisée dans le récep-

teur. Une seconde correction doit être prévue dans le cas d'un récepteur à double changement de fréquence. Par ailleurs, la correction peut être différente selon les gammes d'ondes reçues (FI de 455 kHz en AM et de 10,7 MHz en FM par exemple). De plus, le sens de la correction doit tenir compte du type d'hétérodynage auquel fait appel le récepteur :

Si l'oscillateur local est calé plus haut que la fréquence à recevoir, la correction consiste en une soustraction de la valeur de la FI. Si par contre l'oscillateur local travaille en dessous de la fréquence de réception, la correction devient une addition.

On peut bien sûr ajouter des circuits additionneurs à un fréquencemètre de type classique, mais cette solution est lourde et complexe. On préfère généralement faire appel à des compteurs-décompteurs dans lesquels on charge une constante avant le début du comptage. Dans les deux cas, les circuits logiques nécessaires sont d'une grande complexité et la réalisation d'un tel ensemble à partir de circuits intégrés standards représente un très important travail dont le succès est bien aléatoire, car les risques d'erreur sont très grands. De plus, l'investissement en circuits intégrés est assez lourd, surtout si l'on souhaite monter vers 100 MHz. Le problème est beaucoup plus simple depuis la mise sur le marché par Siemens d'un circuit spécifique dont le boîtier à 28 broches regroupe toutes les fonctions d'un fréquencemètre de réception très performant.

Le SDA5680

La **figure 4-41** montre à la fois l'organisation interne et le schéma d'application de ce circuit intégré très sophistiqué puisque toutes les fonctions du fréquencemètre sont contenues dans un seul boîtier, depuis les amplificateurs d'entrée (sensibilité 50 mV efficaces jusqu'à 30 MHz et 100 mV efficaces jusqu'à 108 MHz) jusqu'aux circuits de multiplexage des afficheurs à cristaux liquides en passant par l'oscillateur à quartz de référence.

Trois entrées séparées sont prévues :

- oscillateur FM
- oscillateur PO - GO - OC
- oscillateur fixe pour gamme OC à double changement de fréquence.

Les relations liant la fréquence affichée (F_A) à la fréquence d'oscillateur (F_{osc}) sont les suivantes :

- en FM, PO, GO et OC simple :

$$FA = F_{OSC} - FI$$

- en OC double :

$$F_A = F_{OSC} - F_{OSC\ fixe} + FI$$

La valeur de FI est à choisir d'une part au niveau de la référence du circuit intégré (SDA5680 A ou B) et d'autre part par ajustement fin au moyen d'une broche de programmation à trois états H, L et M (voir **fig. 4-41**). La **figure 4-42** donne le détail des diverses FI pouvant être choisies, correspondant aux valeurs **réelles** des FI obtenues avec les filtres céramique ou les transfos FI du commerce, donnés pour 455 kHz ou 10,7 MHz.

La **figure 4-43**, pour sa part, donne le détail des commutations à effectuer selon la gamme d'onde reçue. On remarquera que l'entrée B_2, à deux états, est à programmer une fois pour toutes, selon que le récepteur est à simple ou double

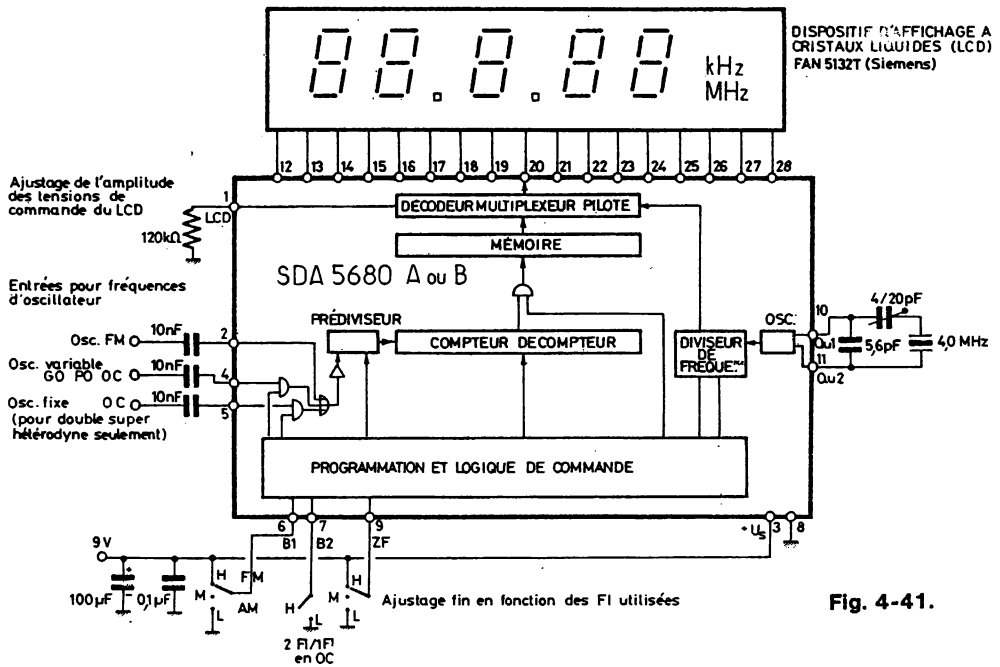


Fig. 4-41.

Programmation fine sur les modèles A et B grâce à la broche 9

FI	Type A		Type B	
Broche	PO, GO, OC	FM	PO, GO, OC	FM
L	459 kHz	10,675 MHz	451 kHz	10,675 MHz
M	460 kHz	10,7 MHz	452 kHz	10,7 MHz
H	461 kHz	10,725 MHz	453 kHz	10,725 MHz

Fig. 4-42.

Choix de la plage

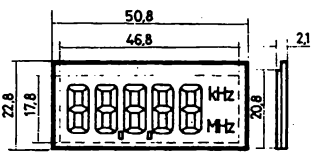
B_1	B_2	Entrées actives	Fonction
L	X	Osc 1	PO — GO
M	L	Osc 2	OC à simple conversion (OC à 1 FI)
M	H	Osc 1, Osc 2	OC à double conversion (OC à 2 FI)
H	X	FM	FM

L'entrée B_1 n'est pas couplée — $B_1 = M$ **Fig. 4-43.**
L'entrée B_2 n'est pas couplée — $B_2 = H$
L'entrée B_2 = X signifie L ou H indifféremment.

changement de fréquence en OC. La broche B_1, à trois états (+ alim. = H, masse = L, en l'air = M) doit être reliée au commutateur de gammes d'ondes du récepteur par des fils qui n'ont pas à être blindés. En effet, la commutation des oscillateurs locaux AM et FM se fait électroniquement dans le circuit intégré. Les seules liaisons blindées seront donc celles reliant les deux ou trois entrées du fréquencemètre aux points de prélèvement des deux ou trois oscillateurs du récepteur.

Fig. 4-44. — Affichage (exemples)

108,00 MHz
27,125 MHz
200 kHz
1605 kHz.



Dimensions en mm

En ce qui concerne l'afficheur, la **figure 4-44** donne les caractéristiques du cristal liquide FAN5132 T Siemens, qui forme avec le SDA5680 un ensemble pratiquement indissociable puisque cet afficheur est spécialement conçu pour cet usage.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la **figure 4-45** sera tiré sur verre époxy simple face, à l'exclusion de tout autre matériau. Ce point est très important pour le succès de la réalisation. On utilisera un support pour le circuit intégré et éventuellement pour le quartz (4 MHz à l'exclusion de toute autre valeur) : **figure 4-46.** Le seul point délicat est le raccordement de l'afficheur à cristaux liquides. Celui équipant notre maquette a été collé sur le circuit imprimé sur lequel une place a été réservée à cet effet. Il peut cependant être quelque peu écarté de la carte selon les impératifs d'organisation mécanique et esthétique du récepteur. Cet afficheur est composé de deux très fines lames de verre entre lesquelles est emprisonné

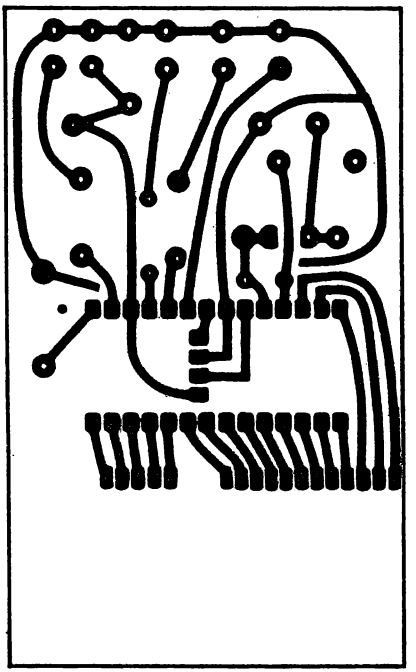


Fig. 4-45. — Circuit imprimé.

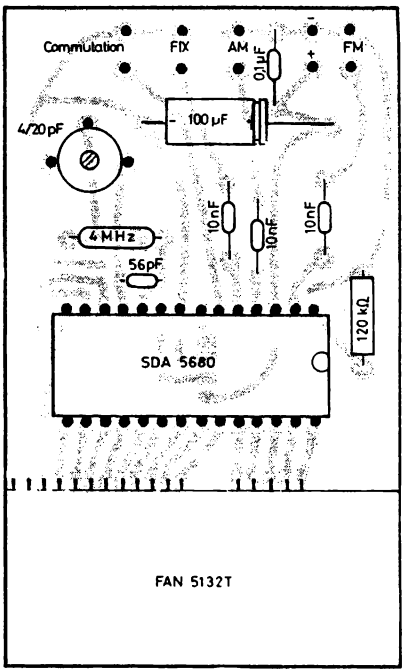


Fig. 4-46. — Plan de câblage.

Nomenclature

Semi-conducteurs

1 × SDA 5680 A ou B } Siemens
1 × FAN 5132 T }

Condensateurs

1 × 5,6 pF
3 × 10 nF 1 × 4/20 pF ajustable
1 × 0,1 µF
1 × 100 µF 10 V

Résistances

1 × 120 kΩ 5 % 1/4 W

Divers

1 circuit imprimé époxy
1 quartz 4 MHz (4,0... MHz)
Colle Elecolit 340 ou mousse de contact pour LCD

Note importante : Si le SDA5680 A ne pose pas de problème d'approvisionnement, on notera que le SDA5680 B ne peut être fourni que par 3 000 pièces au minimum. Son utilisation ne concerne donc que nos lecteurs industriels.

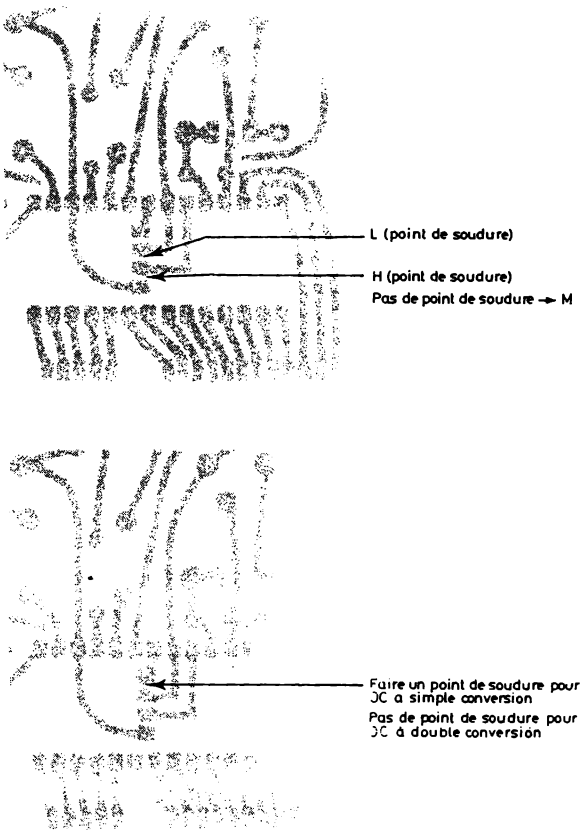

L (point de soudure)
H (point de soudure)
Pas de point de soudure → M
Faire un point de soudure pour
OC à simple conversion
Pas de point de soudure pour
OC à double conversion

Fig. 4-46. (suite) — Utilisation des points de programmation côté cuivre.

le cristal liquide proprement dit. Le montage de l'afficheur ne doit occasionner **aucune** contrainte mécanique, si faible soit-elle, aux lames de verre. On utilisera exclusivement des colles légères et souples ou mieux des cales en mousse de plastique ou en caoutchouc très souple. Toute bride rigide est à proscrire formellement.

Les terminaisons électriques de l'afficheur (au nombre de 17) sont de très fins dépôts d'or évaporés sur le verre. On ne les aperçoit qu'en lumière rasante (voir **fig. 4-47**). Il est **formellement exclu** de tenter une soudure ou d'enfoncer l'afficheur dans un connecteur pour circuits imprimés. On peut soit utiliser des

mousses de contact spéciales, soit coller des fils très fins et très souples sur les métallisations à l'aide d'une colle conductrice (Elecolit 340). Ces fils seront alors soudés sur le circuit imprimé. On veillera à ne pas causer de court-circuit par des ponts de colle entre deux métallisations contiguës.

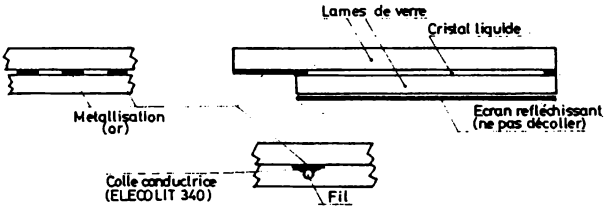


Fig. 4-47. — Les raccordements de l'afficheur.

ATTENTION ! la vérification se fera exclusivement par examen visuel à la loupe. Un contrôle à l'ohmmètre serait fatal au cristal liquide. **Ce point est très important** : les cristaux liquides ne peuvent supporter qu'une alimentation en alternatif sans composante continue, que seuls des circuits très spéciaux sont capables de fournir.

Mise en œuvre et essais

L'adaptation au récepteur est plus ou moins commode selon qu'il s'agit d'un récepteur existant ou en cours de création personnelle (**fig. 4-48**). Il faut trouver une alimentation de 9 V-50 mA, ce qui est généralement facile, mais surtout, il faut prélever les signaux des oscillateurs sans perturber leur fonctionnement.

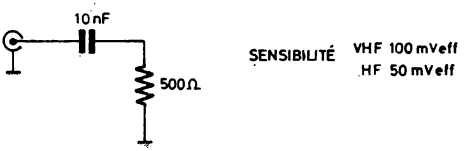


Fig. 4-48. — Schéma équivalent des entrées de mesures.

Le fait que les entrées du fréquencemètre soient isolées en continu par des 10 nF facilite bien les choses. Il suffit en fait de trouver ou de créer un point auquel le signal d'oscillateur est disponible sous au moins 50 ou 100 mV efficaces, et acceptant d'être chargé par 500 Ω. Bien souvent, il s'agira d'un enroulement de couplage de quelques spires bobiné par-dessus l'enroulement oscillateur, mais on peut parfois utiliser le collecteur ou l'émetteur (non découplé)

du transistor oscillateur. En VHF, il peut être nécessaire de prévoir un étage d'amplification (genre ampli d'antenne) pour atteindre les 100 mV efficaces indispensables.

Les essais se borneront à mettre le récepteur en service, à le régler sur une station dont la fréquence est notoirement stable, et à vérifier que l'indication du fréquencemètre est bien conforme. Un **léger** écart pourra être corrigé au moyen de l'ajustable 4/20 pF. Un écart plus important pourrait signaler un mauvais alignement des circuits FI, notamment dans le cas d'une réalisation personnelle réglée sans instruments de mesure.

Rappelons cependant que, pour la gamme FM, l'utilisation de ce montage exige que l'oscillateur travaille 10,7 MHz **plus haut** que la fréquence à recevoir. C'est très généralement le cas des réalisations industrielles.

Signalons pour terminer la possibilité qui existe d'utiliser également ce fréquencemètre à l'émission en appliquant une fréquence de 452 ou 460 kHz sur l'entrée « oscillateur fixe ». Dans cette configuration les deux corrections s'annulent mutuellement et la fréquence affichée est égale à la fréquence d'entrée. Des commutations simples peuvent donc permettre d'incorporer cet instrument dans une installation d'émission/réception.

Conclusion

Cette réalisation permettra à tout amateur de réception radio d'équiper son récepteur d'un instrument précis et fiable pour le prix d'un fréquencemètre de laboratoire bas de gamme. L'affichage par cristaux liquides et l'emploi d'un seul circuit intégré se traduisent par une faible consommation rendant possible l'adaptation à des récepteurs portatifs alimentés par piles ou accus 9 V. La limite inférieure de tension d'alimentation est d'ailleurs de 6 V, tension avec laquelle il peut devenir nécessaire de corriger le contraste de l'afficheur en modifiant la valeur de la résistance de 120 kΩ. Rappelons, en effet, qu'un afficheur à cristaux liquides ne produit pas par lui-même de lumière mais fonctionne par réflexion plus ou moins forte de la lumière ambiante.

V. Montages divers

Montage nº 24

UN PREAMPLI-LIMITEUR POUR ANTENNE FM

La réception d'émetteurs FM éloignés, le plus souvent étrangers, nécessite souvent le recours à des amplificateurs d'antenne, ne serait-ce que pour compenser l'atténuation introduite par le câble de descente.

La présence de l'ampli devient toutefois inutile, voire même nuisible lors de la réception des émetteurs locaux, l'importance du signal reçu risquant de saturer l'étage d'entrée, introduisant ainsi de la distorsion. Le montage dont nous allons décrire ici la réalisation ne présente pas cet inconvénient puisqu'il travaille également en limiteur.

Le schéma de principe

Le schéma de la **figure 4-49** montre la grande simplicité du montage, due à l'emploi, assez inhabituel à ce niveau, d'un circuit intégré monolithique.

Nos lecteurs connaissent bien le SO42P, que nous avons maintes fois fait travailler en oscillateur mélangeur. Ici, nous ne faisons appel qu'à la moitié de ce modulateur en anneau, ce qui met donc à notre disposition un amplificateur

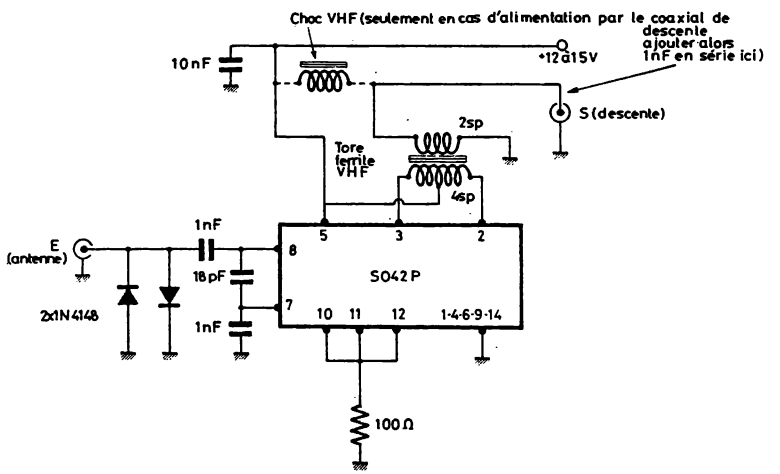


Fig. 4-49. — Schéma de principe.

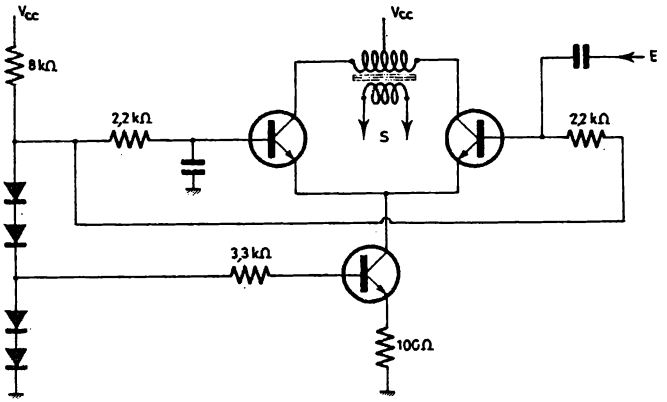


Fig. 4-50. — Circuit équivalent simplifié.

différentiel VHF, dont la **figure 4-50** donne un schéma équivalent simplifié. L'intérêt de cette configuration est que le gain obtenu est assez élevé et qu'un effet de limitation très appréciable apparaît sur les signaux forts.

L'entrée de l'appareil est protégé contre les surtensions par deux diodes montées tête-bêche. Lors d'une installation (vivement conseillée) aux bornes mêmes de l'antenne, on évite ainsi l'endommagement possible du circuit intégré par des décharges parasitaires ou par la proximité immédiate d'une antenne d'émission. L'attaque du différentiel se fait en asymétrique, au moyen de deux condensateurs de 1 nF, l'un rejoignant la masse et l'autre provenant du point chaud de l'antenne. Une modification simple du câblage permettrait de rendre cette entrée flottante par rapport à la masse dans le cas d'une antenne sortant en 300 Ω symétrique. Un condensateur de 18 pF (facultatif car introduisant une légère perte de gain) placé au plus près des entrées du circuit intégré sert à éviter d'éventuelles auto-oscillations du montage. Sa valeur peut souvent être réduite sans inconvénients (à vérifier une fois le montage en place).

La sortie du différentiel se fait en symétrique, sur le primaire à point milieu d'un transformateur à assez large bande réalisant une bonne adaptation d'impédance avec le câble de descente. De ce fait, il introduit une amélioration du niveau de sortie bien qu'il s'agisse en fait d'un transfo abaisseur.

L'alimentation (+ 12 à 15 V) est découplée par un 10 nF qui prend toute son importance lorsque c'est le coaxial de descente qui sert de conducteur d'alimentation : l'isolement en continu se fait alors par un condensateur de 1 nF et le prélèvement de courant continu se fait au moyen d'une self de choc à ferrite (B82114RA1 Siemens ou équivalente).

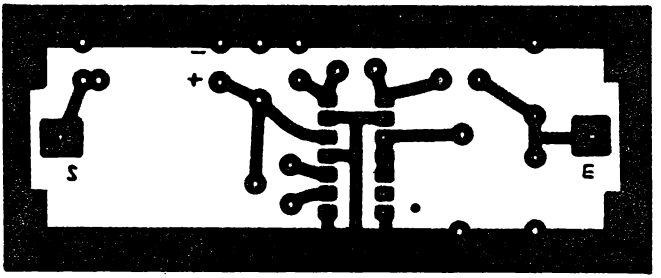


Fig. 4-51. — Circuit imprimé.

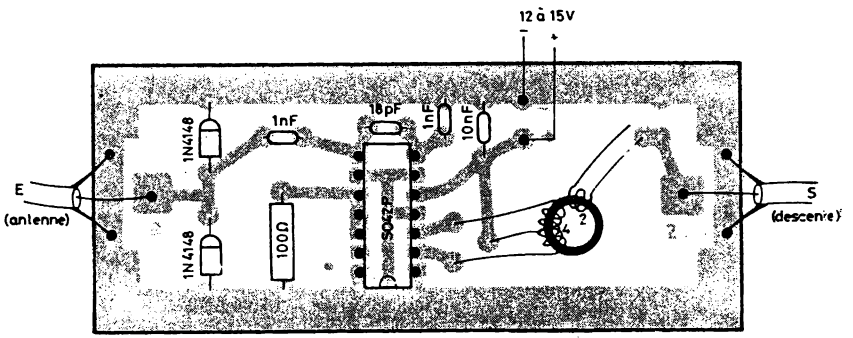


Fig. 4-52. — Plan de câblage.

Réalisation pratique

Le câblage du circuit imprimé de la **figure 4-51** (tiré sur verre epoxy) selon les indications de la **figure 4-52** n'appelle pas de commentaire particulier en raison de son extrême simplicité. On veillera seulement à bien plaquer les composants contre la carte afin d'éviter toute longueur inutile de fil.

Le point important est celui de la réalisation du transfo de sortie. Il doit être bobiné sur un tore de ferrite ou toute autre pièce du même matériau formant

Nomenclature

1 SO42P Siemens	1 × 10 nF céramique « disque » 50 ou 63 V max
2 1N4148	1 × 5,6 à 18 pF (voir texte) céramique « disque » 50 ou 63 V max
1 tore ferrite VHF	Fil de câblage rigide isolé
1 résistance 100 Ω 1/4 W 5 % à couche	1 circuit imprimé epoxy.
2 × 1 nF céramique « disque » 50 ou 63 V max	

un circuit magnétique fermé (tube, perle à trous, etc.). Les deux précautions à prendre dans le choix de cette pièce (achetée ou récupérée) sont les suivantes :

— matériau adapté à un fonctionnement vers 100 MHz

— place suffisante pour bobiner six spires de fil isolé.

En matière de tores ferrite, on parle d'une spire dès lors que le fil traverse une fois le trou central du tore, même si un tour complet n'est pas réalisé. On tiendra compte de cette remarque, pour bobiner le secondaire (2 spires) et le primaire (4 spires avec point milieu). On pourra utiliser du fil de câblage rigide assez fin ou du fil émaillé. Dans ce dernier cas, on veillera à ne pas écailler le revêtement en passant le fil dans le trou (risque de court-circuit).

Mise en service

Les essais du montage pourront se faire au niveau de l'entrée du récepteur, mais nous insistons sur le fait que le seul emplacement valable pour un ampli d'antenne est au plus près des bornes de l'antenne. Dans ce cas, en effet, le bruit de fond subit les mêmes atténuations que le signal, alors que dans le cas d'une amplification en bas de descente, le signal utile arrive affaibli alors que le bruit de fond dû au câble se trouve amplifié (dégradation du rapport signal/bruit).

Aucun réglage n'est à effectuer, il suffit de raccorder les coaxiaux d'entrée et de sortie ainsi que l'alimentation.

Conclusion

Tel qu'il est décrit ici, ce montage est destiné à un fonctionnement dans la bande de radiodiffusion FM. Moyennant un remplacement du transfo de sortie (à large bande ou accordé) il peut travailler sur toute fréquence inférieure. Pour des fréquences notablement plus basses, on augmentera à 10 nF ou même 0,1 μF la valeur des condensateurs de 1 nF, et jusqu'à 0,22 μF la valeur du 10 nF. Le 18 pF ne subira pour sa part aucune modification, car les risques d'oscillation restent limités à la VHF.

Montage n° 25

UN GENERATEUR D'ALIGNEMENT POUR RECEPTEURS FM

Nous avons publié de nombreux schémas de récepteurs FM dans les pages de cet ouvrage, dont certains avaient été déjà réalisés par de très nombreux amateurs. Ces récepteurs peuvent prétendre à une excellente sensibilité sous

réserve d'un alignement précis. Cet alignement peut être dégrossi au moyen des signaux d'un puissant émetteur local, mais devient pénible pour un expérimentateur éloigné de toute station. Le petit montage que nous proposons ici est en fait un émetteur FM modulé par un « bip-bip » caractéristique et dont la portée varie de quelques dizaines de centimètres sur un récepteur désaligné à quelques mètres sur un récepteur correctement réglé. Le réglage obtenu au moyen de cet accessoire pourra facilement être fignolé sur une station plus lointaine.

Le schéma de principe

Le schéma de la **figure 4-53** montre que l'oscillation VHF est délivrée par un transistor 2N2905 mis en état de réaction par un condensateur de 15 pF placé entre collecteur et émetteur (non découplé de façon à servir d'entrée). En revanche, c'est la base qui est découplée par un 1,5 nF. La fréquence peut être fixée en un point de la bande FM au moyen d'un condensateur ajustable 4/20 pF. L'excursion de fréquence constituant la modulation est produite par une diode varicap BB105 G polarisée en inverse par une 1,5 MΩ. Une 150 kΩ injecte la BF produite par le générateur de tonalité. Celui-ci utilise les quatre portes NAND à deux entrées d'un circuit intégré CMOS CD4011. La première moitié constitue un cadenceur dont la fréquence est calée à une valeur de 1 à quelques hertz. Ce signal TBF vient autoriser le fonctionnement d'un second oscillateur de fréquence voisine de 1000 Hz. Le son ainsi obtenu s'apparente un peu à la tonalité d'occupation du téléphone. Une connexion d'antenne est prévue pour accueillir une tige de 20 ou 30 cm de long dans le cas où il est fait usage d'un boîtier métallique. Dans tous les autres cas, le montage rayonne suffisamment par lui-même pour remplir correctement ses fonctions.

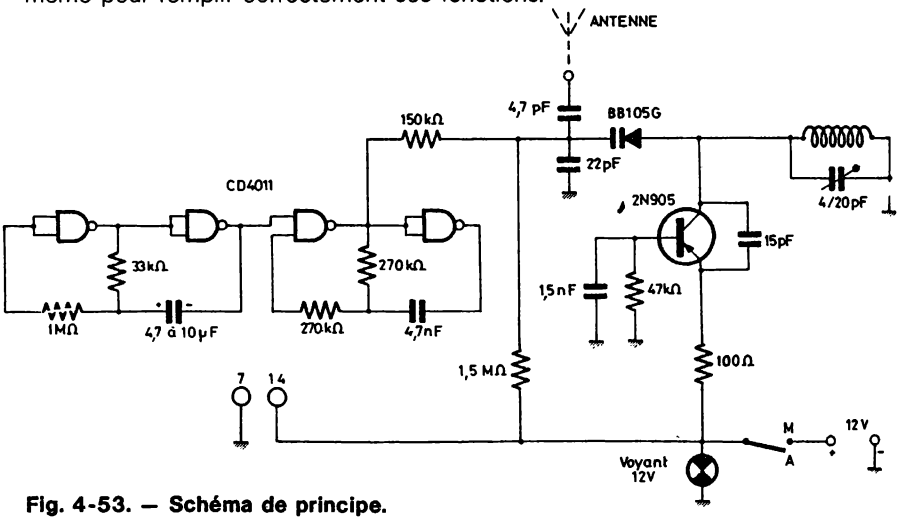


Fig. 4-53. — Schéma de principe.

Réalisation pratique

Un circuit imprimé en verre epoxy dont la **figure 4-54** donne le tracé suffit pour accueillir tous les composants dans une surface de 7,5 × 6,5 cm. Le bobinage est imprimé sur la plaquette, ce qui évite tout problème de reproductibilité.

Le câblage, d'après la **figure 4-55,** ne pose pas de problème particulier, si ce n'est la vérification de la bonne orientation des composants, et en particulier de la diode varicap.

Les essais se feront au moyen de n'importe quel récepteur FM : le récepteur étant réglé en haut de la gamme FM, on mettra le générateur sous tension à proximité immédiate et on agira sur son condensateur ajustable au moyen d'un tournevis isolant, jusqu'à ce que le signal soit reçu. On notera soigneusement la fréquence ainsi déterminée, car elle servira de point de référence lors des opérations d'alignement effectuées avec l'appareil.

Utilisation

Pour aligner un récepteur nouvellement construit, on procèdera exactement comme indiqué à l'origine, mais en utilisant le générateur en lieu et place d'une station. L'avantage tient dans le fait que la fréquence est connue, ce qui permet de placer la commande des stations du récepteur dans une position vraisemblable, et également dans le fait qu'au début des essais, le générateur peut être placé très près du récepteur puis éloigné au fur et à mesure que les opérations progressent. Une fois atteinte la meilleure réception possible, on peut rechercher une station avec de bien meilleures chances de succès et fignoler ainsi les réglages.

Nomenclature

Semi-conducteurs

1 × CD4011
1 × 2N2905 ou BCW80-16
1 × BB105G

Résistances : 5 % 1/4 W

1 × 100 Ω
1 × 47 kΩ
1 × 33 kΩ
1 × 150 kΩ
2 × 270 kΩ
1 × 1 MΩ
1 × 1,5 MΩ

Condensateurs céramiques 63 V

1 × 4,7 pF
1 × 15 pF
1 × 22 pF 1 × 4/20 pF ajustable
1 × 1,5 nF
1 × 4,7 nF

Condensateur chimique 16 V

1 × 4,7 à 10 µF (selon tonalité désirée)

Divers

1 circuit imprimé epoxy
1 pile 12 V environ
1 voyant 12 V
1 interrupteur.

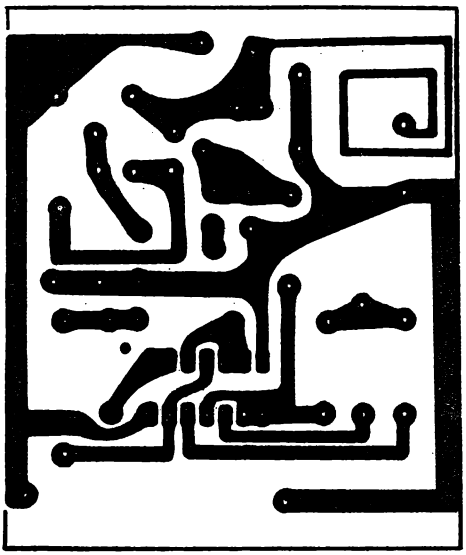


Fig. 4-54. — Circuit imprimé.

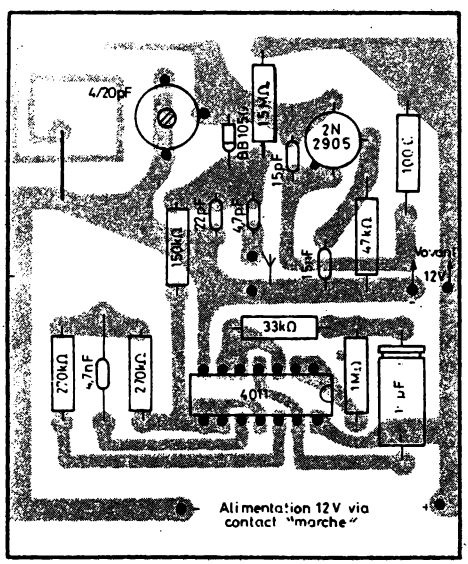


Fig. 4-55. — Plan de câblage.

Conclusion

Ce petit accessoire simple à réaliser à peu de frais permet un important gain de temps lors des opérations d'alignement d'un récepteur FM. Il peut également servir de référence lors d'opérations de décalage de la gamme de réception de ce type de poste en vue de la réception de fréquences marginales. Ses applications sont également nombreuses dans le domaine du dépannage.

Achevé d'imprimer
sur les presses
de l'Imprimerie Marcel Bon
70001 Vesoul

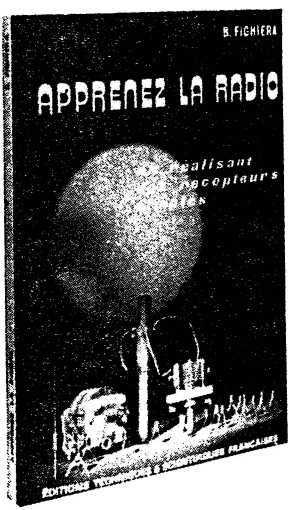
Dépôt légal : Janvier 1983
N° éditeur : 365
N° imprimeur : 2628

RÉALISEZ VOS RÉCEPTEURS EN CIRCUITS INTÉGRÉS

Les composants actuels, circuits intégrés courants et peu coûteux, facilitent considérablement la construction des radiorécepteurs.

Principaux montages :

- Récepteurs FM à bobinage HF imprimés et système de préréglage ; platines FI à filtre céramique, avec varicaps. Tuner FM compact.
- Récepteurs AM.
- Récepteurs « télécommunications » : 144 MHz et gamme marine ; bande aviation ; 80 MHz ; 27 MHz ; convertisseur universel.
- Montages pratiques complémentaires : alimentations, amplificateurs BF, décodeur stéréo, BLU et CW, synthèse de tension, fréquencemètre digital de réception, etc.



APPRENEZ LA RADIO
en réalisant des récepteurs simples à transistors

par
B. FIGHIERA

TARIF CODE H

ISBN 2-85535-018-2